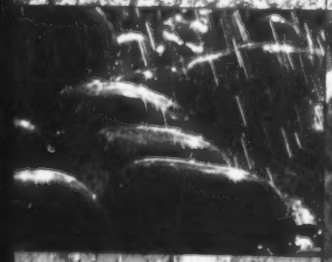


LE CLIMAT, LA NATURE, LES GENS :

Indicateurs

d'évolution du climat au Canada

CCME

Canadian Council of Ministers of the Environment

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement

PN 1325

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) constitue la principale tribune intergouvernementale au Canada pour discuter des questions environnementales à l'échelle nationale et internationale et prendre des mesures conjointes à cet égard. Les 14 gouvernements qui en font partie collaborent à titre de partenaires à l'élaboration de normes, de pratiques et de lois uniformes au niveau national.

Conseil canadien des ministres de l'environnement
123, rue Main, bureau 360
Winnipeg (Manitoba)
R3C 1A3
Téléphone : (204) 948-2090
Télécopieur : (204) 948-2125

Pour obtenir d'autres exemplaires, veuillez communiquer avec :
Documents du CCME
Sans frais : 1 (800) 805-3025
www.ccme.ca

Une version électronique de ce rapport est également disponible.

This document is also available in English.

Réalisé par le Groupe de travail du Conseil canadien des ministres de l'environnement sur les indicateurs de changements climatiques.

Le papier sur lequel ce document est imprimé contient au moins 20% de fibres recyclées.

PN 1325
ISBN: 1-896997-31-7.

© Conseil canadien des ministres de l'environnement inc., 2003

104-02814/

CCME

Canadian Council of Ministers of the Environment
Le Conseil canadien des ministres de l'environnement

Le climat, la nature, les gens :

Indicateurs d'évolution du climat au Canada

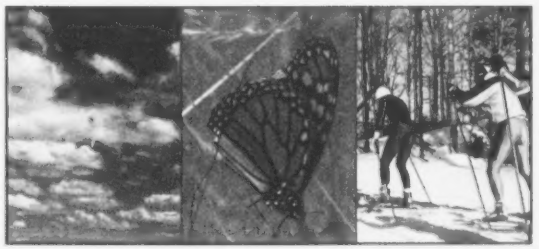


TABLE DES MATIÈRES

POINTS SAILLANTS 1

INTRODUCTION 3

L'ÉVOLUTION DU CLIMAT AU CANADA 5

LA NATURE 11

- L'élévation du niveau de la mer, *13*
- La glace de mer, *15*
- Les glaces des lacs et des rivières, *17*
- Les glaciers, *19*
- Les ours polaires, *21*
- La croissance des plantes, *23*

LES GENS 25

- Les modes de vie traditionnels, *27*
- Les sécheresses, *29*
- Le niveau des eaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent, *31*
- La longueur des saisons avec et sans gel, *33*
- Les besoins de chauffage et de climatisation, *35*
- Les événements météorologiques extrêmes, *37*

EN GUISE DE CONCLUSION 39

POUR EN APPRENDRE DAVANTAGE 41

RÉFÉRENCES 43

REMERCIEMENTS 45

POINTS SAILLANTS

Cet ensemble d'indicateurs met en lumière les changements que le climat canadien a connus au cours des 50 ou 100 dernières années. Il donne des renseignements sur ces changements et en explore les effets sur l'environnement de même que sur les personnes. Voici les principaux constats à ce sujet.

LE CLIMAT

- Presque toutes les régions du sud du Canada étaient plus chaudes à la fin du vingtième siècle que 100 ans auparavant. Le nord-ouest du pays a également connu un réchauffement marqué pendant les 50 dernières années, mais le nord-est est devenu plus frais.
- Les précipitations ayant augmenté de 5 à 35 %, la plupart des régions canadiennes sont devenues plus humides.
- À cause de l'augmentation des précipitations, il y avait en général plus de neige au Canada à la fin du XX^{e} siècle qu'au début de celui-ci. Cependant, au cours des 50 dernières années, la proportion des précipitations de neige a diminué dans certaines régions du sud du Canada en raison de températures printanières plus élevées.
- La température à la surface des océans s'est élevée considérablement sur la côte ouest du Canada, mais elle semble avoir peu changé sur la côte est.

LA NATURE

- La hausse du niveau des océans rend certaines régions côtières de l'Atlantique, du Pacifique et de la mer de Beaufort plus vulnérables aux inondations et à l'érosion.
- Les glaces des lacs et des rivières se fragmentent plus tôt au printemps, un peu partout au pays. Durant les 30 à 50 dernières années il y a une tendance dans presque tout le Canada vers des gelées plus hâtives à l'automne.
- La plupart des glaciers canadiens rétrécissent.
- La portion des eaux nordiques canadiennes couverte de glace de mer en permanence a diminué d'environ 25 % depuis la fin des années 1960. Comparativement à il y a 30 ans, la période durant laquelle la baie d'Hudson est dépourvue de glace est en moyenne plus longue d'une semaine.
- Du côté ouest de la baie d'Hudson, la survie des ours polaires est plus difficile en raison d'une saison des glaces plus courte.

- Les températures plus clémentes ont peut-être contribué aux récentes augmentations des populations de dendroctones du pin – insectes nuisibles responsables de la destruction de précieuses sources de bois d'œuvre en Colombie-Britannique.
- Des étapes déterminantes du développement des plantes, comme le bourgeonnement, la feuillaison et la floraison, se produisent plus tôt, principalement en raison des printemps hâtifs et plus doux.

LES GENS

- À cause des conditions météorologiques plus variables et des changements du rythme des phénomènes saisonniers, il est devenu plus difficile pour les peuples autochtones de se fier à leurs connaissances ancestrales. Dans le nord du Canada, la saison des glaces étant plus courte et moins prévisible, les déplacements hivernaux, la chasse et la pêche sont plus problématiques et plus hasardeux.
- Bien que les dernières années aient été marquées par de graves sécheresses dans les Prairies, les données à long terme ne montrent pas d'augmentation de leur fréquence.
- Depuis 1900, les données portant sur les Grands Lacs indiquent que le niveau des eaux a connu des cycles de hausse et de baisse. Les bas niveaux enregistrés récemment ont cependant eu des effets importants sur le transport maritime, la production hydroélectrique et la faune.
- Dans la plupart des régions du Canada, la saison exempte de gel s'est allongée parce que les derniers gels printaniers se produisent maintenant plus tôt.
- On utilise probablement moins d'énergie pour chauffer les édifices, mais on devra vraisemblablement en utiliser davantage pendant l'été pour la climatisation.
- Même si les années 1990 ont été le théâtre des catastrophes les plus désastreuses et les plus coûteuses de toute l'histoire du Canada, l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes au Canada n'a pas encore été démontrée de façon probante.

En raison de l'immensité du Canada, le rythme, l'ampleur et les effets de l'évolution du climat ne sont pas les mêmes d'une région à l'autre. Les indicateurs révèlent aussi la complexité des liens entre le climat et ses effets sur la nature et sur les gens.

Les indicateurs continueront à constituer des outils importants pour la mesure et le suivi des effets sociaux, économiques et environnementaux de l'évolution de notre climat. Des analyses plus approfondies des indicateurs actuels et l'élaboration de nouveaux indicateurs seront néanmoins nécessaires pour élargir nos connaissances sur les effets des changements climatiques.

LE CLIMAT CANADIEN CHANGE…
Devrions-nous nous en préoccuper?

Tous les aspects de la nature et de la vie humaine, ou presque, subissent l'influence du climat. Les plantes et les animaux dépendent largement des conditions climatiques de leur territoire, tout comme la quantité d'eau dans les rivières et l'étendue des littoraux. D'une façon ou d'une autre, notre santé et notre sécurité, notre confort et notre mobilité, notre approvisionnement en nourriture et notre accès aux ressources en eau sont aussi tributaires du climat, comme bon nombre de choses dont nous avons besoin et auxquelles nous tenons. Lorsque le climat change, tous ces éléments sont touchés à divers degrés, parfois pour le meilleur, parfois pour le pire.

Le climat canadien a commencé à changer de plusieurs façons dont certaines sont déjà perceptibles. En tant que citoyens, nous devons être attentifs à ces changements et leurs conséquences sur notre environnement. C'est pourquoi le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a commandé ce rapport. Son objectif n'est pas de prédire de quelle façon les changements climatiques se manifesteront, mais de donner aux Canadiens et aux Canadiennes une idée de l'influence qu'exerce déjà un climat changeant sur leur vie et sur leur environnement.

Ce rapport fait appel à des indicateurs, c'est-à-dire des choses simples qu'il est possible de mesurer afin d'en apprendre davantage sur l'état d'un système plus complexe. En médecine, par exemple, la tension artérielle et la température du corps sont des indicateurs de l'état du corps humain. Dans le domaine économique, le produit intérieur brut (PIB) renseigne sur la prospérité d'un pays en mesurant la valeur de ce qu'il produit, habituellement en un an. Les indicateurs peuvent faire l'objet d'un suivi pendant une certaine période afin de déterminer si les conditions qu'ils mesurent se sont modifiées. Une variation dans le PIB, par exemple, indiquera que le pays s'enrichit ou qu'il s'appauvrit, du moins sur le plan monétaire.

Les indicateurs des changements climatiques jouent un rôle très semblable. Certains nous aident à déterminer dans quelle mesure notre climat évolue. Ils se fondent sur des caractéristiques du climat, comme la température et les précipitations. D'autres permettent de voir si un climat en évolution a un effet sur notre environnement et sur nos vies. Glaciers, niveau de la mer, croissance des cultures et des plantes potagères ou besoin de chauffage des maisons, ces indicateurs sont des aspects de la nature ou des activités humaines sensibles aux variations du climat. En les examinant pendant un certain temps, nous obtenons un portrait assez réaliste de l'évolution du climat. Nous sommes également en mesure de constater de quelle façon ces changements touchent notre vie quotidienne et comment nous devrons peut-être apprendre à y réagir.

Près de 100 indicateurs potentiels ont été étudiés. Les 12 indicateurs retenus sont ceux qui répondaient le mieux aux critères suivants :

- L'indicateur devait servir à mesurer des changements importants pour les gens ou pour l'environnement.
- Les données relatives à cet indicateur devaient être fiables et se rapporter idéalement à une période de 50 à 100 ans ou plus, pour que nous puissions être assez certains que l'indicateur reflète des changements réels à long terme et non des variations à court terme ou des cycles de quelques années ou de quelques décennies.
- L'influence du climat sur cet indicateur devait être claire et directe. Les activités humaines et l'environnement étant presque toujours soumis simultanément à diverses influences, cette exigence était parfois difficile à satisfaire.
- Les effets d'un climat en évolution sur cet indicateur pouvant varier d'une région à l'autre, les données devaient être disponibles pour la plupart des régions canadiennes où l'indicateur est pertinent, pour que nous puissions constater les différences.

Les 12 indicateurs sont regroupés dans deux sections. La première rassemble ceux qui mesurent surtout des répercussions sur la nature. La seconde, ceux qui se rapportent principalement à un impact sur les gens.

En raison de l'étendue et de la diversité géographique du Canada, les changements du climat ne se produisent pas au même rythme ni de la même manière dans toutes ses régions. Afin de donner à la fois les détails et la vision d'ensemble nécessaires à la compréhension du phénomène, ce rapport présente chaque indicateur en fonction des quatre éléments suivants :

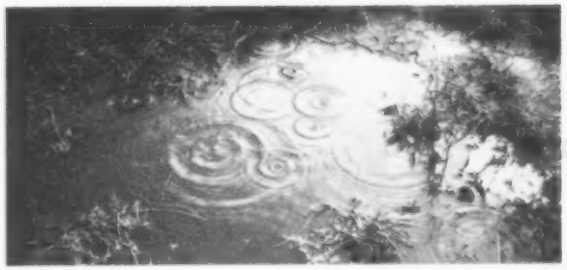
- une brève introduction portant sur son importance et sa sensibilité au climat;
- un cas particulier illustrant son comportement dans une région précise pendant une période déterminée;
- une vue d'ensemble résumant son comportement dans d'autres régions canadiennes ou à l'étranger et prenant en considération certaines de ses conséquences;

- en encadré, une anecdote ou un ensemble de faits mettant l'accent sur des renseignements complémentaires.

La plupart des indicateurs sont basés sur des données recueillies et analysées par des chercheurs des milieux gouvernementaux ou universitaires. Nous avons veillé à nous assurer de la fiabilité et de la signification statistique des données. Bien que cette dernière soit précisée dans certains cas, cette publication, destinée au grand public, ne contient pas de description systématique des méthodes analytiques. Les lecteurs intéressés à en savoir davantage sont invités à consulter les sources d'information originales énumérées à la fin de cette publication.

Certains indicateurs font aussi appel à des sources locales et traditionnelles. Les sources traditionnelles proviennent de la connaissance environnementale approfondie que possèdent les peuples autochtones, dont la survie dépend encore largement des plantes, des animaux et des autres ressources offertes par l'environnement. Ce sont là des connaissances relevant d'un savoir fondé sur l'observation attentive et, dans certains cas, enrichi par de nombreuses générations.

Le CCME espère que ce bref rapport permettra aux Canadiens et aux Canadiennes de mieux comprendre comment les changements climatiques risquent de toucher leur vie et qu'il leur communiquera le désir d'en apprendre davantage. À cet égard, il contient des références menant à des renseignements supplémentaires à propos des répercussions des changements climatiques et des mesures individuelles pouvant être prises pour répondre aux préoccupations de la population.



Le climat est souvent défini comme le temps qu'il fait en moyenne. Plus précisément, il s'agit des conditions moyennes à long terme de l'atmosphère, à un endroit donné et durant une période spécifique. Le climat est généralement établi à partir de données météorologiques – température, pluie, neige, vent, ensoleillement, humidité, pression atmosphérique et autres caractéristiques – portant sur une trentaine d'années au moins.

Naturellement variable, le climat n'est jamais tout à fait le même d'une période à une autre. Des changements spectaculaires peuvent survenir en quelques centaines ou en quelques milliers d'années, comme au début et à la fin des périodes glaciaires, mais les variations sont généralement beaucoup moins marquées. Durant la majeure partie des 1000 dernières années par exemple, la température moyenne planétaire, qui se situait à 14 °C, ne s'est pas écartée de plus d'un demi-degré de cette valeur.

Cependant, au cours des 100 dernières années, le climat mondial a nettement changé. Entre le début et la fin du XX^{e} siècle, la température moyenne planétaire a gagné environ 0,6 °C. De plus, selon les relevés climatologiques mondiaux des 140 dernières années, les années 1990 ont constitué la décennie la plus chaude. Ces variations sont loin d'être anodines, si on considère que l'écart entre la température planétaire actuelle et celle à l'apogée de la dernière période glaciaire n'est que de 5 °C. Les informations sur les climats du passé semblent l'indiquer, la température du globe s'est réchauffée davantage durant le XX^{e} siècle qu'au cours de tout autre siècle du dernier millénaire.

Pourquoi les températures s'élèvent-elles? Une plus grande quantité d'énergie provenant du Soleil pourrait constituer une partie de l'explication. C'est cependant à l'augmentation des quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère que les spécialistes attribuent en grande partie le réchauffement observé au cours des 50 dernières années. Ces gaz, tels le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux, absorbent et emmagasinent la chaleur provenant de la surface de la Terre. Ils constituent une petite – mais extrêmement importante – partie de l'atmosphère non perturbée de la planète. Sans eux, la température à la surface de la Terre serait d'environ 33 °C plus froide et la vie telle que nous la connaissons y serait impossible.

Depuis les débuts de la révolution industrielle, il y a quelque 200 ans, l'utilisation croissante des combustibles fossiles, comme le charbon et le pétrole, ainsi que le remplacement de vastes forêts par des terres agricoles ont sensiblement fait augmenter les concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre. Ces concentrations continuent d'augmenter, et les experts du climat prévoient que, tant qu'elles augmenteront, les températures s'élèveront à la surface de la Terre.

L'élévation des températures n'explique pas à elle seule l'évolution du climat. À leur tour, ces températures plus douces ont des effets sur d'autres aspects du climat, tels les précipitations de pluie ou de neige, les vents et le déplacement des systèmes météorologiques. Ainsi, la température planétaire ne fait pas que se réchauffer. Ce réchauffement entraîne des changements d'autres éléments du climat, notamment les quantités de pluie ou de neige saisonnières, et la fréquence des événements météorologiques extrêmes. Influant sur les paysages, sur la faune et la flore, ainsi que sur la qualité de vie des collectivités humaines, certains de ces changements ont déjà commencé à modifier notre environnement.

L'évolution du climat ne s'est pas fait sentir de la même façon à travers le monde. Certaines parties du globe se sont davantage réchauffées, d'autres moins. Et certaines se sont refroidies. En raison de la grande superficie du Canada, il n'est pas étonnant que le rythme, l'intensité et les répercussions de l'évolution du climat se fassent sentir différemment d'une région à une autre.

Relevés climatologiques

Pour étudier les changements climatiques, les chercheurs utilisent des relevés climatologiques couvrant la plus longue période possible. Il leur est ainsi plus aisé de distinguer de véritables changements à long terme de ce qui constitue des variations naturelles qui ne durent que quelques années ou décennies.

Pour la partie sud du Canada, on trouve des relevés détaillés couvrant 100 ans ou plus. Rares cependant sont les relevés antérieurs aux années 1950 se rapportant à la partie nord, à savoir, le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest, le Nunavut, le Nunavik et le Nordlabrador. Afin de mieux comprendre les changements climatiques au Canada, nous devons donc prendre en considération à la fois le portrait de la partie sud du pays, qui porte sur 100 ans, et celui qui englobe tout le pays, et qui porte sur 50 années seulement.

En général, ces relevés concordent, mais pas toujours. Pourquoi? Parce que les changements dominant la période de 1950 à 1998 peuvent être moins perceptibles lorsque considérés sur une période de 100 ans. Peut-être aussi que le tableau 1950-1998 laisse percevoir des changements qui n'étaient pas évidents au cours des décennies précédentes. Il est cependant difficile de savoir si les changements des 50 dernières années sont temporaires ou s'ils représentent une modification véritable qui se poursuivra.

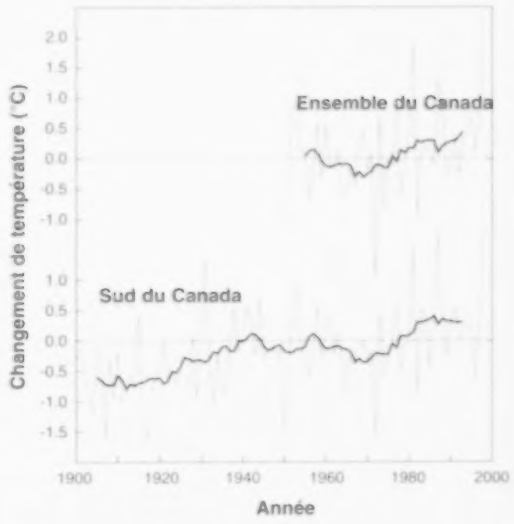
Température

L'étude des relevés des 50 ou des 100 dernières années démontre clairement que les températures canadiennes ont changé dans presque tout le pays. De façon générale, la carte de la période 1900-1998 illustre un réchauffement de 0,9 °C survenu dans le sud du Canada au cours de ce siècle. Durant cette période, les Prairies, où la température a augmenté d'environ 1,5 °C, ont connu le réchauffement le plus prononcé, et les côtes est et ouest du pays, le réchauffement le plus faible, c'est-à-dire 0,5 °C.

La période 1950-1998 est plus complexe. La carte correspondante montre qu'un réchauffement s'est produit dans la plupart des régions, en particulier dans l'ouest et dans le nord-ouest. Toutefois, les températures ont très peu changé dans certaines parties de l'Ontario, du Québec et des Maritimes, et les régions du nord-est, soit l'est de l'île de Baffin, le Nunavik, Terre-Neuve-et-Labrador, ont connu un refroidissement. Le réchauffement le plus prononcé a été enregistré dans le bassin du Mackenzie, où les températures annuelles ont augmenté de 2 °C au cours des 50 dernières années. Le refroidissement le plus marqué, jusqu'à 1,5 °C, a été constaté dans le nord du Québec et au Labrador. Pour l'ensemble du Canada, la variation moyenne de la température a été de 0,3 °C, entre 1950 et 1998.

Pour l'une ou l'autre des périodes considérées, c'est d'abord au printemps, puis en hiver, que le réchauffement s'est le plus fait sentir. Toutes saisons confondues, c'est en automne que le réchauffement a été le plus faible.

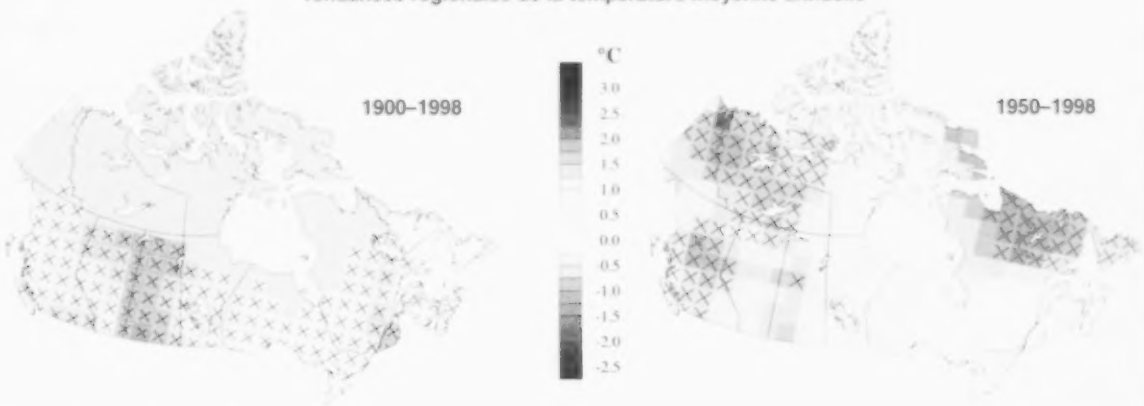
Tendances annuelles nationales de la température



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

Illustration de l'écart entre la température moyenne annuelle et la moyenne pour la période de 1961 à 1990. La ligne foncée ajoutée sur chacune des courbes adoucit les variations annuelles et indique la tendance générale des changements. Dans le sud du Canada, les températures ont augmenté rapidement entre le début du XX^e siècle et les années 1940. Elles ont ensuite quelque peu diminué jusqu'à la fin des années 1960, mais ont continué à s'élever depuis.

Tendances régionales de la température moyenne annuelle



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

Durant le XX^e siècle, d'un océan à l'autre, tout le sud du Canada, défini ici comme la région au sud du 60^e parallèle (la ligne qui forme la frontière nord de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de la Saskatchewan), a connu un certain réchauffement.

Depuis 1950, le réchauffement le plus important a été relevé dans l'ouest et le nord-ouest du pays, alors que le nord-est s'est refroidi. Les données statistiquement significatives sont marquées d'un « x ». Les scientifiques croient que ces données sont dues à une tendance à long terme et non à une variation fortuite.

Maximums et minimums

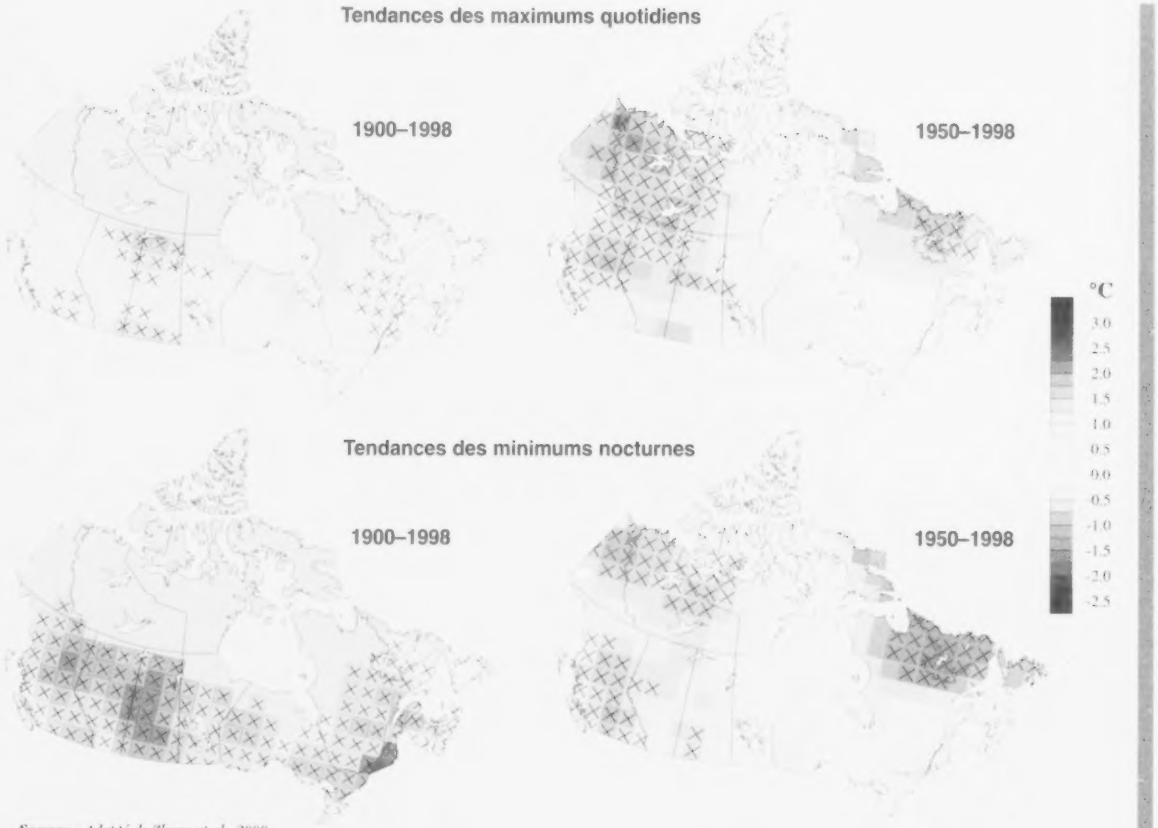
On parle généralement des changements climatiques sous l'angle des variations de la température moyenne, mais les moyennes ne rendent pas compte de l'ensemble de la situation. Le maximum atteint durant le jour et le minimum atteint durant la nuit peuvent également avoir une grande influence sur les gens et sur l'environnement. Les maximums diurnes, par exemple, influent considérablement sur la croissance des plantes, tandis que les minimums nocturnes déterminent l'arrivée des premier et dernier gels, et conditionnent ainsi la durée de la période de croissance.

Pour l'être humain, des températures plus élevées sont synonymes de besoins de chauffage moindres durant l'hiver et d'augmentation des besoins de climatisation au cours de l'été. Dans le nord, des températures nocturnes plus douces nuisent au transport, car elles réduisent le nombre de semaines durant lesquelles il est possible de se déplacer sur la glace ou le sol gelé. De plus, les changements dans les maximums diurnes et les minimums nocturnes peuvent avoir de nombreuses autres répercussions, allant de la santé et de la sécurité des humains jusqu'à la survie des insectes nuisibles.

Au cours des 100 dernières années, les températures maximales quotidiennes se sont accrues dans toutes les provinces canadiennes. Cependant, ce sont les températures minimales quotidiennes qui ont augmenté le plus, jusqu'à deux fois plus dans certains cas, principalement en raison d'un important adoucissement des températures nocturnes au début du siècle dernier. En outre, les maximums et minimums ont augmenté davantage en hiver qu'en été.

De 1950 à 1998, aucune différence significative entre les réchauffements diurnes et nocturnes n'a été établie dans de nombreuses régions du Canada. Cependant, certains changements saisonniers importants ont été observés. Dans le nord-ouest du Canada, par exemple, les températures tant hivernales qu'estivales se sont élevées, mais l'élévation des températures hivernales a été beaucoup plus marquée. Dans le nord-est, les températures hivernales se sont refroidies, mais celles de l'été se sont quelque peu adoucies.

On peut donc conclure que les températures minimales ont davantage augmenté que les températures maximales, sauf dans le nord-est du pays. Mais la diminution du nombre de nuits d'hiver très froides a été davantage perceptible que l'augmentation du nombre de chaudes journées estivales. Le réchauffement du climat n'a donc pas rendu le Canada sensiblement plus chaud; il l'a cependant rendu moins froid.



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

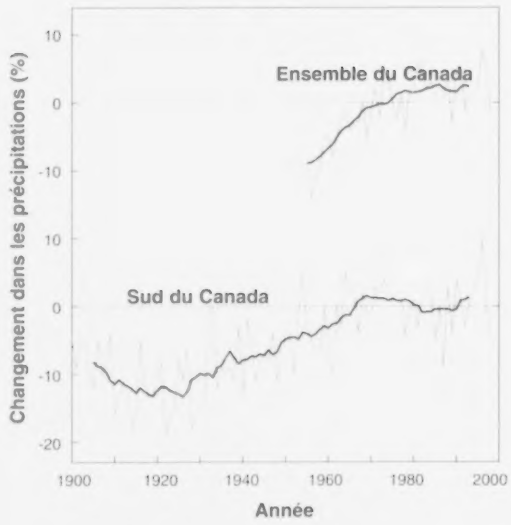
Au cours des 100 dernières années, les minimums nocturnes se sont davantage adoucis que les maximums diurnes, dans tout le sud du Canada. Au cours des 50 dernières années, les différences entre les températures diurnes et nocturnes ont été beaucoup moins marquées. Dans toutes les cartes les tendances significatives sont marquées d'un « x ».

Précipitations

En plus de s'adoucir, le climat est devenu plus humide dans la majeure partie du Canada. À l'exception du sud des Prairies, la presque totalité du sud du pays a connu une augmentation sensible de ses précipitations entre 1900 et 1998. Presque tout le sud du Canada reçoit aujourd'hui entre 5 et 35 % plus de précipitations qu'au début du XX^{e} siècle. Depuis 1950, le centre de l'Arctique a aussi connu des augmentations significatives des précipitations pouvant atteindre 35 %, dans certains cas. Ces augmentations se sont fait sentir en toutes saisons, bien que depuis 1950, elles soient plus étendues en automne. Par contre, d'autres régions du pays ont connu une diminution saisonnière des précipitations entre 1950 et 1998. Ces diminutions ont été enregistrées principalement en hiver et au printemps.

Cette tendance vers une augmentation des précipitations est conforme à l'évolution prévisible du climat dans un contexte de réchauffement planétaire. Quand la température est plus élevée, une plus grande quantité d'eau s'évapore de la surface de la Terre. Or, une atmosphère plus chaude peut contenir plus de vapeur d'eau et causer une augmentation annuelle des précipitations dans la plupart des régions. Des changements de la circulation atmosphérique peuvent toutefois rendre certaines régions plus sèches.

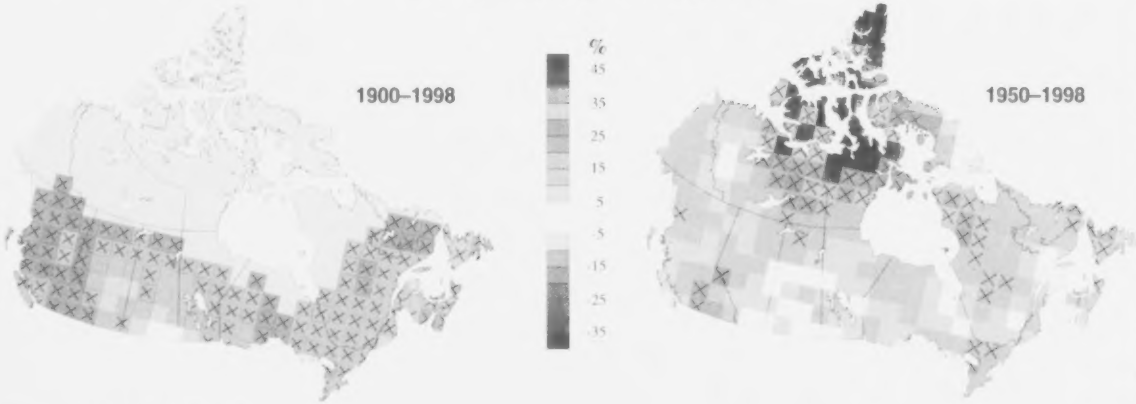
Tendances annuelles nationales des précipitations



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

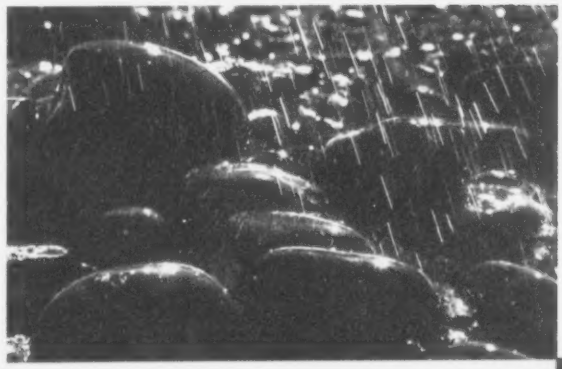
Le Canada est devenu plus humide au cours du XX^{e} siècle. Le graphique fait ressortir la différence (en pourcentage) entre les précipitations moyennes annuelles et la moyenne pour la période de 1961 à 1990. La ligne foncée ajoutée sur chacune des courbes adoucit les variations interannuelles et facilite le repérage des changements à long terme.

Tendances des précipitations régionales



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

Les cartes illustrent les changements moyens des précipitations annuelles (en pourcentage) de 1900 à 1998 pour le sud du Canada, et de 1950 à 1998 pour le Canada dans son ensemble. Les précipitations ont augmenté partout au Canada, sauf dans le sud des Prairies. Les changements statistiquement significatifs sont marqués d'un « x ».



Neige et pluie

Une atmosphère plus chaude peut aussi influer sur la quantité de précipitations qui tombent en pluie ou en neige. L'augmentation des précipitations associée à une telle atmosphère n'est pas toujours répartie également entre la saison froide (où les précipitations prendront plutôt la forme de neige) et la saison chaude (où il y aura de la pluie). Il est de plus probable qu'un climat plus doux compte davantage de journées d'automne, de printemps et même d'hiver où les températures sont trop élevées pour que les précipitations prennent la forme de neige. Avec le temps, on peut d'ailleurs s'attendre à ce que de tels changements fassent du Canada un endroit davantage pluvieux et moins enneigé. Cependant, ce qui s'est passé jusqu'à maintenant est plus compliqué. Les tendances observées dépendent beaucoup de la région étudiée et du moment choisi pour faire l'étude.

La carte des précipitations pour la période de 100 ans démontre que le sud du Canada reçoit aujourd'hui un peu plus de neige qu'auparavant. L'augmentation des précipitations hivernales (généralement de la neige) et la plus grande proportion des précipitations automnales qui prennent la forme de neige expliquent ce phénomène. Par contre, au cours des 50 dernières années, la proportion des précipitations tombées en neige dans le sud du Canada a diminué ou est restée la même. Favorisant plutôt la pluie, les températures printanières plus élevées sont les principales responsables de ces diminutions bien que, dans certaines régions, elles puissent être le résultat de précipitations hivernales ou printanières moins importantes. Même si la part des précipitations tombées sous forme de neige a diminué, la deuxième moitié du XX^{e} siècle a tout de même été plus enneigée que la première dans le sud du Canada, principalement parce que la quantité des précipitations a alors été plus importante.

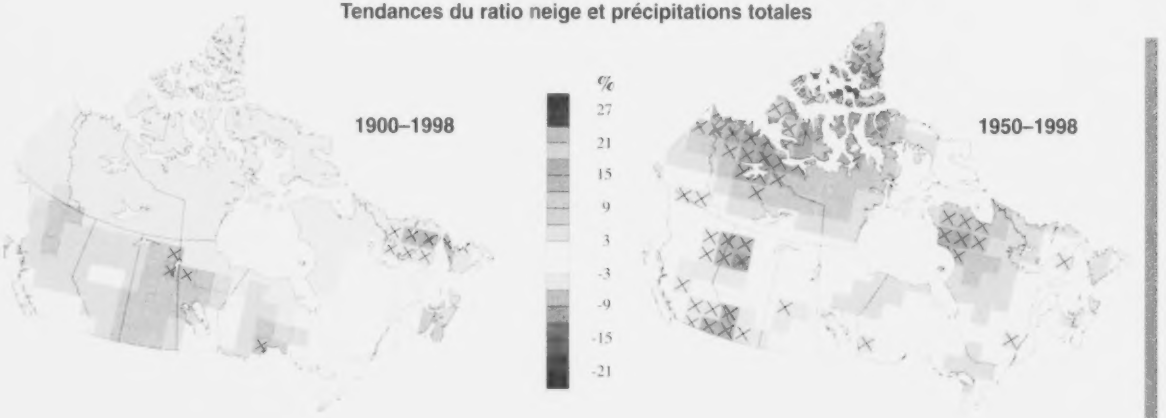
Au nord durant la même période, la proportion des précipitations tombées en neige a augmenté, ce qui reflète l'augmentation générale des précipitations, spécialement pendant les saisons froides, c'est-à-dire l'automne, l'hiver et le printemps, durant lesquelles la température favorise la formation de la neige.

Que les précipitations prennent la forme de pluie ou de neige n'est pas sans importance. Moins de neige peut signifier des frais de déneigement moins élevés, moins de retards dans les déplacements, moins de temps de travail perdu, moins de morts et moins d'admissions dans les hôpitaux dues aux accidents, à l'hypothermie ou aux engelures et, enfin, moins de blessures ou de crises cardiaques causées par le pelletage de la neige. Toutefois, plus de pluie en hiver pourrait être synonyme d'un danger grave, s'il s'agit de pluie verglaçante.

La neige présente plusieurs avantages écologiques, économiques et sociaux. Elle emmagasine l'humidité durant l'hiver. Mais, si la neige est en quantité insuffisante, les installations hydro-électriques, les industries, les exploitations agricoles, les municipalités, les eaux intérieures et la pêche en eau douce peuvent avoir à subir les contrecoups de graves pénuries d'eau au cours de l'année qui suit.

Enfin, des changements dans la couverture de neige peuvent jouer un rôle important dans les changements climatiques. Comme la neige reflète le rayonnement solaire et l'éloigne ainsi de la surface de la Terre, une vaste couverture de neige retarde donc l'arrivée des températures printanières plus douces. Lorsque les précipitations printanières prennent la forme de pluie au lieu de neige, la couverture de neige disparaît plus rapidement, et la température s'adoucit plus tôt.

Tendances du ratio neige et précipitations totales



Source : *Adapté de Zhang et al., 2000*

Ces cartes montrent les changements dans la proportion des chutes de neige par rapport à l'ensemble des précipitations. Les carrés verts indiquent que la quantité de neige a augmenté par rapport au total des précipitations. Les rouges, qu'elle a diminué. Un « x » indique les résultats statistiquement significatifs.

Le climat, la nature, l'homme

Température de la surface de la mer

Les océans de la planète sont un élément important du système climatique. Ils sont une source d'humidité pour l'atmosphère ainsi qu'un réservoir et un système de transport pour la chaleur. De fait, les quelques premiers mètres de la surface des océans contiennent autant de chaleur que l'atmosphère dans son ensemble. Les variations de la température océanique constituent donc un élément crucial des changements climatiques.

La surface des océans est également importante du point de vue de l'écologie, parce qu'on y trouve la vie marine la plus abondante. Plusieurs facteurs ont une influence sur la vitalité de cette dernière, mais la température de l'eau est particulièrement déterminante. Les poissons, par exemple, y sont sensibles et auront de la difficulté à se reproduire et à survivre dans une eau trop chaude ou trop froide pour eux. Afin de trouver une eau dont la température leur convient, plusieurs espèces modifieront leur route migratoire et changeront d'aire d'alimentation. La température de l'eau influe également sur l'efficacité du brassage des eaux par le vent et les tempêtes, ce qui permet de réapprovisionner la couche supérieure en éléments nutritifs provenant de l'eau plus froide du dessous qui en est riche. En raison de sa densité, l'eau froide et salée se mélange mieux. Moins dense, l'eau plus chaude ne se mélange pas aussi facilement et a tendance à demeurer au-dessus des eaux plus froides.

Les océans aussi se sont réchauffés, mais comme l'atmosphère, ils ne l'ont pas fait partout au même rythme. Comme pour la température de l'air, des données complètes portant sur plusieurs décennies sont nécessaires pour détecter les tendances des températures de la surface de la mer. Malheureusement, l'absence de telles données portant sur plusieurs endroits au Canada rend difficile l'élaboration d'une vue d'ensemble de l'évolution de la température des eaux côtières canadiennes au cours des 50 ou 100 dernières années.

Les meilleures données proviennent de la côte du Pacifique où, dès la première moitié du XX^{e} siècle, les gardiens de phare ont relevé les températures de la surface de la mer en plusieurs endroits le long de la côte. Ces relevés montrent, pour les 100 dernières années, des augmentations de température de 0,9 °C au large de la côte ouest de l'île de Vancouver, jusqu'à 1,8 °C dans le bassin de Géorgie.

Pour la côte atlantique les relevés sont plus rarement accessibles et plus difficiles à interpréter. Les meilleures données disponibles se rapportent au Cap Spear à Terre-Neuve-et-Labrador, et ne démontrent aucun changement de température à long terme. Toutefois, les résultats pour les côtes atlantique et pacifique correspondent généralement au scénario habituel de l'évolution de la température de l'air dans ces régions.

Quant aux autres régions, telles que le golfe du Saint-Laurent et l'océan Arctique, les relevés disponibles ne portent pas sur une période assez longue pour fournir un portrait juste d'un climat en évolution, ou doivent faire l'objet d'analyses plus approfondies. Il faudra donc un certain temps avant que nous ayons une idée précise de la façon dont changent les températures de la surface de la mer sur toutes les côtes canadiennes.

Changements de la température de la mer 1914-2001

Source : *Environnement Canada, avec des données du British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection et de Pêches et Océans Canada.*

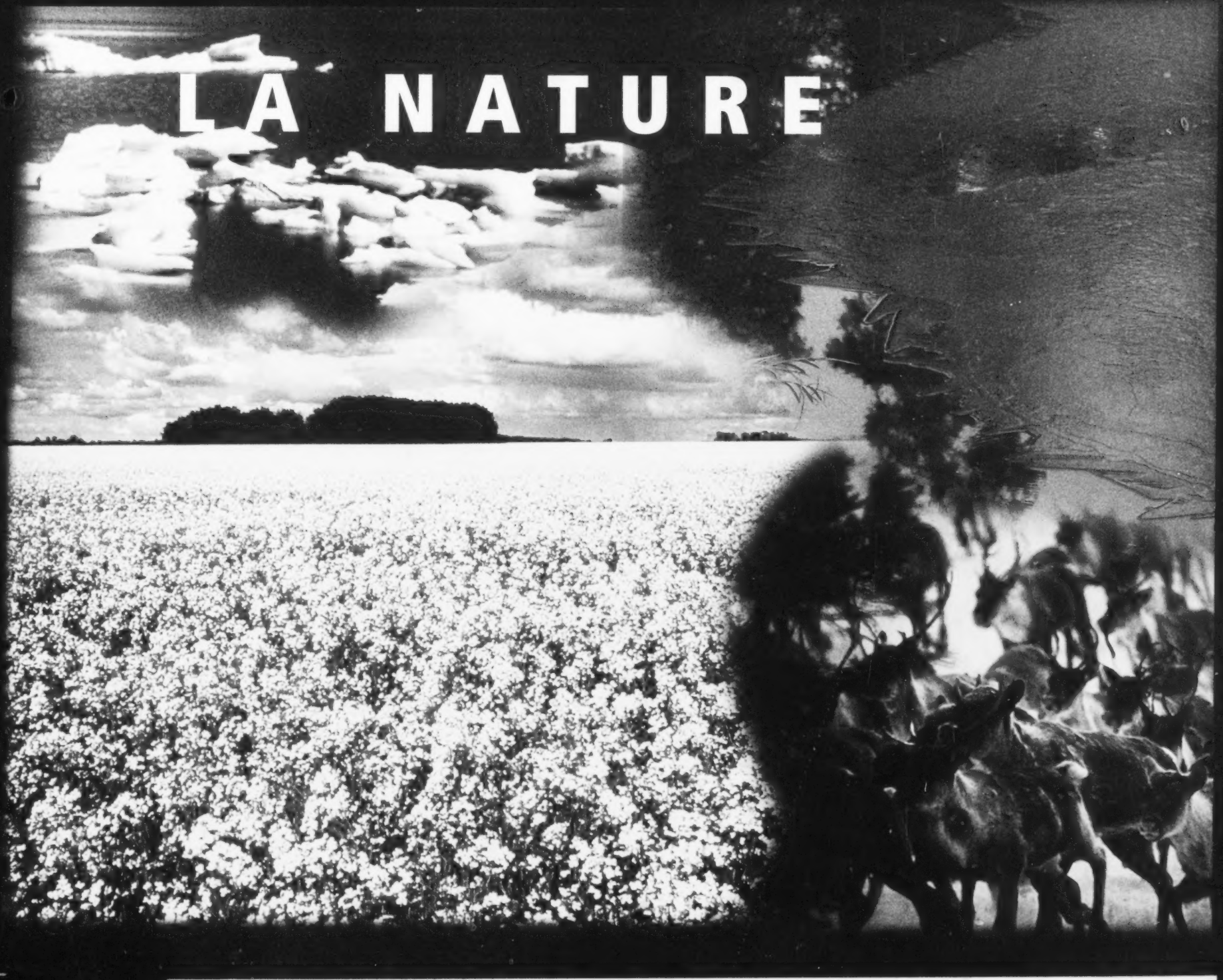
Les températures de la surface de la mer ont augmenté de façon substantielle sur la côte ouest, mais présentent relativement peu de changement à l'est. Les cercles bleus montrent le taux de changement en degrés Celsius par siècle et indiquent aussi les endroits où il n'y a pas eu de changement (PC) notable.

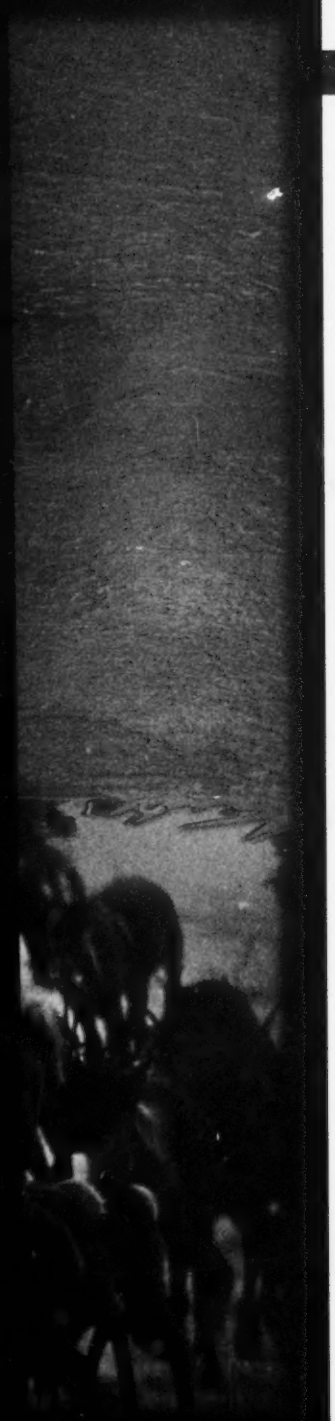
Changements climatiques — Que nous réserve l'avenir?

Le climat canadien a changé, et presque tous les Canadiens connaissent maintenant des climats manifestement différents de ceux que leurs grands-parents ont connus.

En examinant les indicateurs de ce rapport, nous devons garder à l'esprit que ces changements se poursuivent. L'ampleur des changements climatiques perçus au cours du XX^{e} siècle semble plutôt minime comparativement à ce que la plupart des scientifiques prévoient pour les 100 prochaines années. Les changements que l'on commence à peine à percevoir deviendront probablement plus évidents, et l'on peut s'attendre aussi à voir apparaître des modifications qui n'ont pas encore été détectées. Il est donc important de suivre de près les changements climatiques, ainsi que leurs nombreux effets. Des indicateurs comme ceux rassemblés ici, et d'autres qui seront mis au point, sont nécessaires pour comprendre les changements climatiques et leurs répercussions sur nous-mêmes et notre environnement.

LA NATURE





Le climat et la météo façonnent notre environnement physique. Les changements climatiques risquent donc d'entraîner des modifications perceptibles sur les océans, les lacs, les rivières et les paysages.

Les changements climatiques touchent aussi les plantes et les animaux. Cependant, leurs effets sur les forêts du Canada, sur l'habitat des poissons d'eau douce, ou sur la propagation des insectes nuisibles, par exemple, sont plus difficiles à interpréter parce que la capacité des êtres vivants de s'adapter aux changements est variable. De plus, les êtres vivants peuvent aussi être soumis à d'autres pressions, comme le bouleversement de leurs habitats ou la pollution.

Les six indicateurs retenus ici mettent l'accent sur les phénomènes physiques et sur les espèces manifestement sensibles aux modifications du climat :

- L'élévation du niveau de la mer
- La glace de mer
- Les glaces des lacs et des rivières
- Les glaciers
- Les ours polaires
- La croissance des plantes

L'ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER

En s'élevant, le niveau des océans rend les côtes canadiennes plus vulnérables aux inondations et à l'érosion.

L'élévation du niveau des océans met en péril des littoraux qui nous sont familiers. Les terres humides, qui constituent des écosystèmes importants et qui forment des barrières contre l'érosion des rivages, disparaissent graduellement. Les falaises et les plages sont plus sensibles à l'érosion par les vagues, la nappe d'eau souterraine est davantage susceptible d'être contaminée par l'eau salée, et les terres basses du littoral peuvent être inondées en permanence. De plus, des inondations provoquées par les tempêtes risquent d'endommager les quais, les édifices, les routes et toute autre installation côtière d'importance.

Le niveau global des océans était déjà à la hausse depuis la dernière période glaciaire, mais la transformation du climat en a provoqué l'accélération. Si la fonte des glaciers et des calottes glaciaires polaires contribue à cette accélération, l'expansion de l'eau de mer, qui est directement proportionnelle à son réchauffement, en est la principale responsable. Au cours du siècle dernier, ces facteurs ont fait monter le niveau moyen de nos océans de 10 à 20 centimètres.

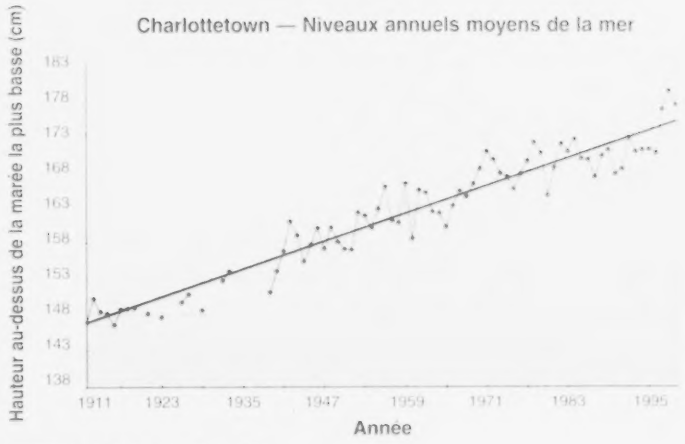
Les mouvements locaux du sol, à mesure que ce dernier s'ajuste aux changements de l'ère post-glaciaire, ont aussi un impact sur le niveau de la mer. L'amplitude des changements du niveau de la mer peut varier considérablement d'un endroit à un autre. Le long des côtes où la croûte terrestre s'élève, le niveau augmentera plus lentement ou pourra même baisser. Là où la croûte terrestre s'enfonce, l'élévation du niveau de la mer augmentera de façon plus marquée.

Charlottetown, Î.-P.-É.

L'élévation du niveau de la mer menace sérieusement la ville de Charlottetown. Une bonne partie de son noyau historique est située à quelques mètres à peine au-dessus du niveau de la mer et, au cours du siècle dernier, le niveau moyen aux abords de la ville s'est élevé de près de 30 centimètres. On peut probablement attribuer les deux tiers de cette hausse à un affaissement local du sol, qui continue à s'ajuster aux changements de la dernière période glaciaire. Le dernier tiers peut être imputé aux variations du niveau de la mer provoquées par l'adoucissement du climat.

Charlottetown n'est certes pas sur le point de disparaître sous les eaux, mais l'élévation du niveau de la mer la rend plus vulnérable aux inondations causées par les ondes de tempête. Une baisse de la pression atmosphérique et des vents du large peuvent causer des ondes de tempête et élever momentanément le niveau local de la mer de plus de un mètre au-dessus de la normale. Lorsqu'une forte onde de tempête se forme en conjonction avec une marée très forte, de graves inondations se produisent.

Entre 1911 et 2001, on a rapporté sept ondes de tempête assez importantes pour inonder le secteur riverain de Charlottetown. Mais, à mesure que le niveau de la mer s'élève, des ondes de tempête plus faibles pourront causer des inondations aussi considérables, et les ondes plus fortes pénétreront plus profondément dans les terres laissées sans protection. Si, tout au long du XX^{e} siècle, le niveau de la mer avait été le même qu'aujourd'hui, les ondes de tempête auraient inondé le secteur riverain de la ville en deux autres occasions.



Source : *Adapté de Parkes et al., 2002*

Le niveau annuel de la mer à Charlottetown, entre 1911 et 1998, est indiqué ici en nombre de centimètres au-dessus du plus bas niveau prévu à marée basse. Tout en contribuant à l'élévation du niveau de la mer pendant de longues périodes, le climat influe sur les variations saisonnières et annuelles.

En s'élevant, le niveau des océans rend les côtes canadiennes plus vulnérables aux inondations et à l'érosion.

L'élévation du niveau des océans met en péril des littoraux qui nous sont familiers. Les terres humides, qui constituent des écosystèmes importants et qui forment des barrières contre l'érosion des rivages, disparaissent graduellement. Les falaises et les plages sont plus sensibles à l'érosion par les vagues, la nappe d'eau souterraine est davantage susceptible d'être contaminée par l'eau salée, et les terres basses du littoral peuvent être inondées en permanence. De plus, des inondations provoquées par les tempêtes risquent d'endommager les quais, les édifices, les routes et toute autre installation côtière d'importance.

Le niveau global des océans était déjà à la hausse depuis la dernière période glaciaire, mais la transformation du climat en a provoqué l'accélération. Si la fonte des glaciers et des calottes glaciaires polaires contribue à cette accélération, l'expansion de l'eau de mer, qui est directement proportionnelle à son réchauffement, en est la principale responsable. Au cours du siècle dernier, ces facteurs ont fait monter le niveau moyen de nos océans de 10 à 20 centimètres.

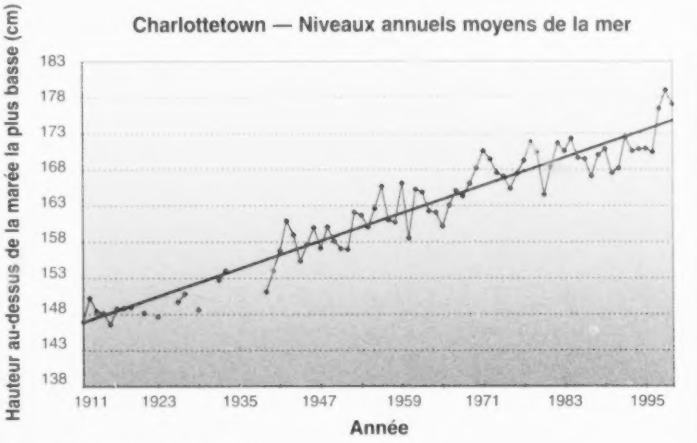
Les mouvements locaux du sol, à mesure que ce dernier s'ajuste aux changements de l'ère post-glaciaire, ont aussi un impact sur le niveau de la mer. L'amplitude des changements du niveau de la mer peut varier considérablement d'un endroit à un autre. Le long des côtes où la croûte terrestre s'élève, le niveau augmentera plus lentement ou pourra même baisser. Là où la croûte terrestre s'enfonce, l'élévation du niveau de la mer augmentera de façon plus marquée.

POINT DE MIRE : Charlottetown, Î.-P.-É.

L'élévation du niveau de la mer menace sérieusement la ville de Charlottetown. Une bonne partie de son noyau historique est située à quelques mètres à peine au-dessus du niveau de la mer et, au cours du siècle dernier, le niveau moyen aux abords de la ville s'est élevé de près de 30 centimètres. On peut probablement attribuer les deux tiers de cette hausse à un affaissement local du sol, qui continue à s'ajuster aux changements de la dernière période glaciaire. Le dernier tiers peut être imputé aux variations du niveau de la mer provoquées par l'adoucissement du climat.

Charlottetown n'est certes pas sur le point de disparaître sous les eaux, mais l'élévation du niveau de la mer la rend plus vulnérable aux inondations causées par les ondes de tempête. Une baisse de la pression atmosphérique et des vents du large peuvent causer des ondes de tempête et élever momentanément le niveau local de la mer de plus de un mètre au-dessus de la normale. Lorsqu'une forte onde de tempête se forme en conjonction avec une marée très forte, de graves inondations se produisent.

Entre 1911 et 2001, on a rapporté sept ondes de tempête assez importantes pour inonder le secteur riverain de Charlottetown. Mais, à mesure que le niveau de la mer s'élève, des ondes de tempête plus faibles pourront causer des inondations aussi considérables, et les ondes plus fortes pénétreront plus profondément dans les terres laissées sans protection. Si, tout au long du XX^{e} siècle, le niveau de la mer avait été le même qu'aujourd'hui, les ondes de tempête auraient inondé le secteur riverain de la ville en deux autres occasions.



Source : *Adapté de Parkes et al., 2002.*

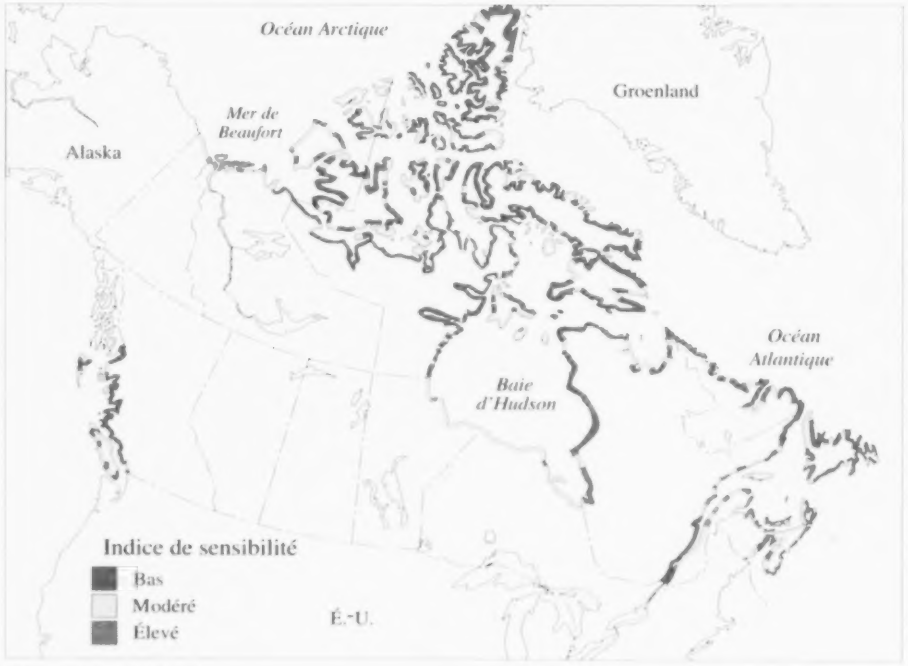
Le niveau annuel de la mer à Charlottetown, entre 1911 et 1998, est indiqué ici en nombre de centimètres au-dessus du plus bas niveau prévu à marée basse. Tout en contribuant à l'élévation du niveau de la mer pendant de longues périodes, le climat influe sur les variations saisonnières et annuelles.

VUE D'ENSEMBLE

Doté du plus long littoral du monde, le Canada est menacé sur plusieurs fronts par l'élévation du niveau des océans. Toutefois, les répercussions potentielles du phénomène varient considérablement d'un endroit à l'autre. Dans les provinces atlantiques, les zones côtières risquent de subir plus souvent des inondations causées par les tempêtes, et de s'éroder plus rapidement. Au Québec, l'érosion côtière et les glissements de terrain menacent de plus en plus les routes côtières de la Gaspésie, des Îles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord.

La côte de la mer de Beaufort – une des rares régions du Nord où le niveau de la mer semble en hausse – est aussi très vulnérable. Dans ce secteur, les phénomènes d'érosion côtière sont aggravés par la fonte de la glace sur la mer et dans le sol En certains endroits, comme à Tuktoyaktuk, les secteurs riverains des villes et les infrastructures sont déjà menacés.

En Colombie-Britannique, une bonne partie de la côte est trop escarpée et trop rocheuse pour être sérieusement menacée par l'élévation du niveau de la mer. Cependant, Prince Rupert, le delta fortement urbanisé du fleuve Fraser et de nombreux secteurs des terres basses de l'île de Vancouver, des sites intéressants sur le plan archéologique et écologique, ainsi que les îles de la Reine-Charlotte et les Îles-Gulf sont tous confrontés à des risques croissants d'inondation et d'érosion dus à l'élévation du niveau de la mer.



Source : *Ressources naturelles Canada*

Sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique, les niveaux de la mer s'élèvent, alors qu'ils sont généralement en baisse dans les régions nordiques. Les répercussions potentielles de l'élévation du niveau de la mer ne dépendent pas uniquement de la vitesse de cette hausse, mais aussi de la vulnérabilité de la côte à l'égard du phénomène. Cette vulnérabilité résulte de facteurs comme la hauteur du littoral, sa résistance à l'érosion et la force d'impact des vagues.

LA FORTE ONDE DE TEMPÊTE DU 21 JANVIER 2000

La tempête est venue des États de la Caroline du Nord et de la Caroline du Sud et a enseveli les provinces atlantiques sous 54 cm de neige à certains endroits. L'onde de tempête de 1,4 m a touché certaines zones de la côte canadienne au moment où des marées exceptionnellement fortes atteignaient leur sommet. À Charlottetown, le niveau maximal de la mer a dépassé de près de 40 cm le record antérieur. Dans certaines zones du Nouveau-Brunswick, les records ont été encore plus fracassants. La tempête a laissé sur son passage de gros morceaux de glace qui se sont empilés le long de la côte, et la mer a déferlé, inondant rues et édifices.

À Charlottetown, la glace a endommagé les quais et arraché un phare. Une bonne partie du centre-ville a été inondée, et l'approvisionnement en énergie a été menacé. Les cols bleus de la ville ont fabriqué des digues de fortune avec de la neige pour faire obstacle à la montée des eaux. Si l'eau avait monté de quelques mètres de plus, le stationnement souterrain du plus gros hôtel de la ville aurait également été inondé.

Des édifices ont été inondés, et de nombreux citoyens des collectivités riveraines de l'Île-du-Prince-Édouard et du détroit de Northumberland, situé au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, ont dû évacuer leurs demeures. À Shediac, au Nouveau-Brunswick, des bateaux et une rétrocaveuse ont été réquisitionnés pour porter secours à des citoyens en détresse. À Malagash Point, en Nouvelle-Écosse, deux bungalows ont été soulevés puis déplacés quelques centaines de mètres plus loin sur la plage. La tempête a aussi causé des dommages importants à l'île de Terre-Neuve. À Port-aux-Basques, de fortes vagues ont atteint des maisons et à Lamaline, sur la péninsule de Burin, plusieurs maisons ont été inondées. Un brise-lames a aussi été détruit. Les habitants ont décrit la situation comme étant la pire inondation à avoir frappé le village depuis le raz-de-marée de 1929. C'est un miracle qu'aucun décès n'ait été déploré. La tempête a cependant laissé derrière elle des dommages se chiffrant en millions de dollars.

« Les caractéristiques de la glace de mer, qui est comme la terre pour nous, Inuits, ont commencé à changer… »

La glace de mer est essentielle à la survie de nombreux animaux du Nord. Pour leur part, les collectivités nordiques dépendent d'elle pour la chasse et la pêche hivernales. La glace de mer protège les littoraux vulnérables de l'érosion causée par les vagues et influe sur la température de l'air, sur celle des eaux locales et sur le changement des saisons. Elle représente un danger pour les installations de forage pétrolier en mer et pour la navigation. La glace de mer se forme le long de 90 % des côtes canadiennes; seule la côte du Pacifique est libre de glace durant toute l'année.

Les eaux nordiques canadiennes sont presque entièrement couvertes de glace en hiver, mais la glace commence normalement à fondre en juillet et ne se reforme pas avant octobre. Certaines régions situées plus au sud, comme la baie d'Hudson et les côtes de la mer de Beaufort, sont presque entièrement libres de glace en août et en septembre. Cependant, d'autres secteurs conservent un peu de glace, ou même beaucoup, pendant toute l'année.

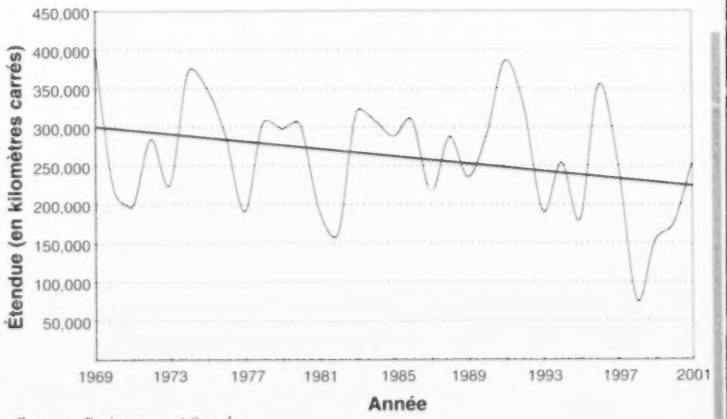
L'état de la glace de mer est affecté, non seulement par la température de l'air, mais aussi par les vents, la couverture de neige, l'ensoleillement, la température et la salinité de la mer ainsi que les courants océaniques. Des changements dans l'un ou l'autre de ces facteurs peuvent provoquer d'importantes variations, d'une année à l'autre, tant pour l'étendue et l'épaisseur de la glace de mer que pour la durée de la saison de glace. À plus long terme, ce sont tout de même les variations de la température de l'air qui influent le plus sur la quantité de glace de mer.

POINT DE MIRE : l'ouest de l'Arctique

La partie ouest de l'Arctique Nord s'est considérablement réchauffée durant la dernière moitié du XX^{e} siècle. C'est donc une région où l'on peut s'attendre à une diminution de la glace de mer en raison d'un accroissement de la fonte pendant la saison estivale. C'est d'ailleurs ce qui semble être en train de se produire. Au cours des 30 dernières années, la zone demeurant couverte de glace durant toute l'année a rétréci d'environ 80 000 kilomètres carrés, c'est-à-dire une superficie un peu plus grande que celle du Nouveau-Brunswick, ce qui correspond environ au quart de toute la zone couverte par les glaces à la fin des années 1960.

Il est possible que l'épaisseur de la glace ait également diminué, mais les estimations à ce sujet sont difficiles à obtenir. Grâce aux données recueillies à l'aide de sous-marins, des scientifiques américains ont conclu que l'épaisseur moyenne de la glace dans la mer de Beaufort à la fin de septembre a diminué d'environ 45 %, entre les périodes de 1958 à 1976 et de 1993 à 1997. Ces résultats n'ont toutefois été obtenus qu'à partir d'un petit nombre de données. Une étude canadienne plus récente suggère que la glace ne se serait amincie que du quart de cette mesure. Les recherches en cours indiquent que la vérité se situerait entre ces deux estimations.

Couverture des glaces de mer permanentes — Ouest de l'Arctique



Source : *Environnement Canada*

Les glaces de mer permanentes sont celles qui ne fondent pas durant l'été. Dans la partie ouest de l'Arctique, la zone des glaces permanentes a diminué d'environ 25 % depuis 1969. Ces observations ne portant que sur quelques décennies, nous ne pouvons établir avec certitude s'il s'agit d'une tendance résultant de fluctuations naturelles du climat nordique ou d'une évolution à long terme.

Un chemin de glace traversant la mer de Beaufort gelée.

Dans la partie est de l'Arctique, la couverture de glace a diminué autant et à peu près au même rythme que dans l'ouest. Dans la baie d'Hudson, la saison sans gel est aujourd'hui au moins une semaine plus longue qu'il y a 30 ans. Le long de la côte Atlantique et dans le golfe du Saint-Laurent, aucune tendance précise n'a pu être décelée. En 2002 cependant, l'étendue des glaces dans le golfe était moindre qu'au cours des 30 dernières années, même si l'accumulation de glace dans cette région a varié considérablement d'une décennie à l'autre.

Les changements que subissent les glaces de mer dans le Nord rendent plus difficile la survie de certaines populations d'ours polaires et de phoques. Pour beaucoup d'habitants des régions nordiques, les déplacements sur la glace sont aussi devenus plus hasardeux, ce qui nuit à leurs activités de chasse. De plus, certaines zones vulnérables le long de la mer de Beaufort et dans le golfe du Saint-Laurent risquent davantage de s'éroder. En effet, plus les périodes où les eaux sont libres de glace s'allongent, plus l'exposition des littoraux aux fortes vagues provoquées par les tempêtes augmente.

Dans le Nord, la saison de navigation tend à s'étirer. L'espoir d'un accès plus facile aux ressources nordiques suscite un regain d'intérêt pour les routes de navigation transarctiques. Et parce que d'autres nations s'intéressent davantage à ces voies de communication, la souveraineté du Canada sur ses eaux pourrait être contestée.

Moins de glace de mer peut aussi amplifier les changements climatiques. Tout comme la neige, la glace reflète une grande partie de l'énergie solaire vers l'espace. Lorsque la quantité de glace qui recouvre les océans diminue, une plus grande proportion de l'énergie solaire arrive à réchauffer la surface de la Terre, provoquant ainsi une élévation plus importante et plus rapide des températures, en particulier dans les régions polaires au printemps.

LA GLACE DE MER ET LES INUITS

Dépendant de la glace pour leurs activités de chasse et de pêche, les Inuits connaissent très bien l'état passé et présent des glaces de mer. Les changements rapportés par leurs observateurs constituent non seulement une preuve supplémentaire de la diminution des glaces, mais illustrent également à quel point ce phénomène affecte leur mode de vie.

« Nous avions l'habitude d'aller sur la glace en traîneau à chiens pour chasser le phoque - maintenant, nous devons y aller en bateau… Nous avions l'habitude d'aller loin - maintenant nous chassons plus près de la côte. »

Andy Carpenter ((Sachs Harbour, Territoires du Nord-Ouest.)
Atelier sur la variabilité des glaces de mer et le changement climatique, Université de Winnipeg, 2002

Les bébés phoques naissent sur la glace et doivent y demeurer tant qu'ils ne sont pas en mesure de nager. Au début de 2002, de nombreux bébés phoques du Groenland ont disparu dans le golfe du Saint-Laurent, à cause du manque de glace résultant de la douceur de l'hiver.

« Les caractéristiques de la glace de mer, qui est comme la terre pour nous, Inuits, ont commencé à changer. Maintenant, la glace se déchire, et une fois qu'elle a commencé à fondre, cela ne s'arrête pas. »

Larry Audlaluk (Grise Fiord, Nunavut)
Séminaire des Aînés sur le changement climatique, Cambridge Bay, 2001

« Une glace mince est maintenant normale à Frobisher Bay… Même à l'époque que nous appelons le début du printemps, la glace de mer est maintenant peu sûre et carrément impraticable en motoneige dans certains secteurs. »

Pauloosie Kilabuk (Iqaluit, Nunavut)
Séminaire des Aînés sur le changement climatique, Cambridge Bay, 2001

« Aujourd'hui, la glace se brise même avant la fin de mai. Il est arrivé en quelques occasions que des Inuits doivent être secourus en bateau, alors qu'un littoral entier s'était libéré des glaces. Il se peut que nous ne soyons plus en mesure, à l'avenir, de chasser ni l'ours ni le phoque. »

Zach Novalinga (Sanikiluarq, Nunavut)
Séminaire des Aînés sur le changement climatique, Cambridge Bay, 2001

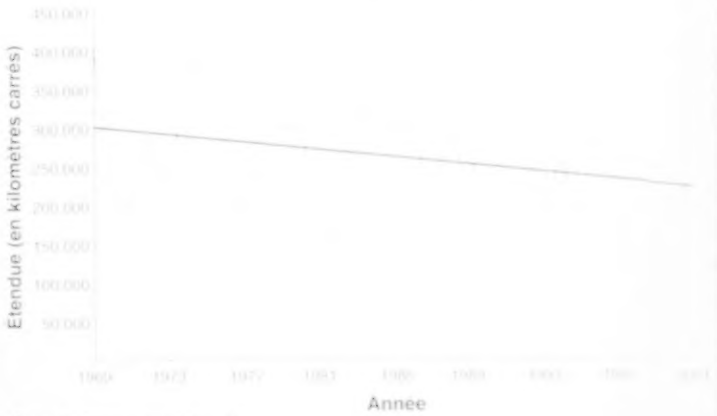
« Les caractéristiques de la glace de mer, qui est comme la terre pour nous, Inuits, ont commencé à changer… »

l'ouest de l'Arctique

La partie ouest de l'Arctique Nord s'est considérablement réchauffée durant la dernière moitié du XX^e^ siècle. C'est donc une région où l'on peut s'attendre à une diminution de la glace de mer en raison d'un accroissement de la fonte pendant la saison estivale. C'est d'ailleurs ce qui semble être en train de se produire. Au cours des 30 dernières années, la zone demeurant couverte de glace durant toute l'année a reculé d'environ 80 000 kilomètres carrés, c'est-à-dire une superficie un peu plus grande que celle du Nouveau-Brunswick, ce qui correspond environ au quart de toute la zone couverte par les glaces à la fin des années 1960.

Il est possible que l'épaisseur de la glace ait également diminué, mais les estimations à ce sujet sont difficiles à obtenir. Grâce aux données recueillies à l'aide de sous-marins, des scientifiques américains ont conclu que l'épaisseur moyenne de la glace dans la mer de Beaufort à la fin de septembre a diminué d'environ 45 %, entre les périodes de 1958 à 1976 et de 1993 à 1997. Ces résultats n'ont toutefois été obtenus qu'à partir d'un petit nombre de données. Une étude canadienne plus récente suggère que la glace ne se serait amincie que du quart de cette mesure. Les recherches en cours indiquent que la vérité se situerait entre ces deux estimations.

Couverture des glaces de mer permanentes
— Ouest de l'Arctique



Source : *Environnement Canada*

Les glaces de mer permanentes sont celles qui ne fondent pas durant l'été. Dans la partie ouest de l'Arctique, la zone des glaces permanentes a diminué d'environ 25 % depuis 1969. Ces observations ne portant que sur quelques décennies, nous ne pouvons établir avec certitude s'il s'agit d'une tendance résultant de fluctuations naturelles du climat nordique ou d'une évolution à long terme.

Un chemin de glace traversant la mer de Beaufort gelée.

Dans la partie est de l'Arctique, la couverture de glace a diminué autant et à peu près au même rythme que dans l'ouest. Dans la baie d'Hudson, la saison sans glace est aujourd'hui au moins une semaine plus longue qu'il y a 30 ans. Le long de la côte Atlantique et dans le golfe du Saint-Laurent, aucune tendance précise n'a pu être décelée. En 2002 cependant, l'étendue des glaces dans le golfe était moindre qu'au cours des 30 dernières années, même si l'accumulation de glace dans cette région a varié considérablement d'une décennie à l'autre.

Les changements que subissent les glaces de mer dans le Nord rendent plus difficile la survie de certaines populations d'ours polaires et de phoques. Pour beaucoup d'habitants des régions nordiques, les déplacements sur la glace sont aussi devenus plus hasardeux, ce qui nuit à leurs activités de chasse. De plus, certaines zones vulnérables le long de la mer de Beaufort et dans le golfe du Saint-Laurent risquent davantage de s'éroder. En effet, plus les périodes où les côtes sont libres de glace s'allongent, plus l'exposition des littoraux aux fortes vagues provoquées par les tempêtes augmente.

Dans le Nord, la saison de navigation tend à s'étirer. L'espoir d'un accès plus facile aux ressources nordiques suscite un regain d'intérêt pour les routes de navigation transarctiques. Et parce que d'autres nations s'intéressent davantage à ces voies de communication, la souveraineté du Canada sur ses eaux pourrait être contestée.

Moins de glace de mer peut aussi amplifier les changements climatiques. Tout comme la neige, la glace reflète une grande partie de l'énergie solaire vers l'espace. Lorsque la quantité de glace qui recouvre les océans diminue, une plus grande proportion de l'énergie solaire arrive à réchauffer la surface de la terre, provoquant ainsi une élévation plus importante et plus rapide des températures, en particulier dans les régions polaires au printemps.

LA GLACE DE MER ET LES INUITS

Depuis des siècles, la glace pour les activités de chasse et de pêche, les déplacements et la culture des Inuits, notamment les Inuvialuits de la région désignée des Inuvialuits, dans l'Arctique de l'Ouest canadien, est étroitement liée à leur mode de vie. Les changements rapportés par leurs observateurs constituent non seulement une preuve supplémentaire de la diminution des glaces, mais ils auront également d'importantes répercussions sur leur mode de vie.

« Nous avions l'habitude d'aller sur la glace en traîneau à chiens pour chasser le phoque – maintenant, nous devons y aller en bateau. Nous avions l'habitude d'aller loin – maintenant nous chassons plus près de la côte. »

Andy Carpenter (Sachs Harbour, Territoires du Nord-Ouest)

« Les caractéristiques de la glace de mer, qui est comme la terre pour nous, Inuits, ont commencé à changer. Maintenant, la glace se déchire, et une fois qu'elle a commencé à fondre, cela ne s'arrête pas. »

Larry Audlakiak (Cape Hope, Nunavut)

« Une glace mince est maintenant normale à Frobisher Bay. [...] Même à l'époque que nous appelons le début du printemps, la glace de mer est maintenant peu sûre et carrément infranchissable en motoneige dans certains secteurs. »

Pauloosie Kilabuk (Iqaluit, Nunavut)

« Aujourd'hui, la glace se brise même avant la fin de mai. Il est arrivé en quelques occasions que des Inuits doivent être secourus en bateau, alors qu'un littoral entier s'était libéré des glaces. Il se peut que nous ne soyons plus en mesure, à l'avenir, de chasser un ours ni le phoque. »

Zach Aksadenyo (Salluit, Nunavik)

Les bébés phoques naissent sur la glace et doivent y demeurer tant qu'ils ne sont pas en mesure de nager. Au début de 2002, de nombreux bébés phoques du Groenland ont disparu dans le golfe du Saint-Laurent, à cause du manque de glace résultant de la douceur de l'hiver.

LES GLACES DES LACS ET DES RIVIÈRES

La prise de la glace et la débâcle n'ont plus lieu aux dates habituelles, ce qui préoccupe les collectivités du Nord.

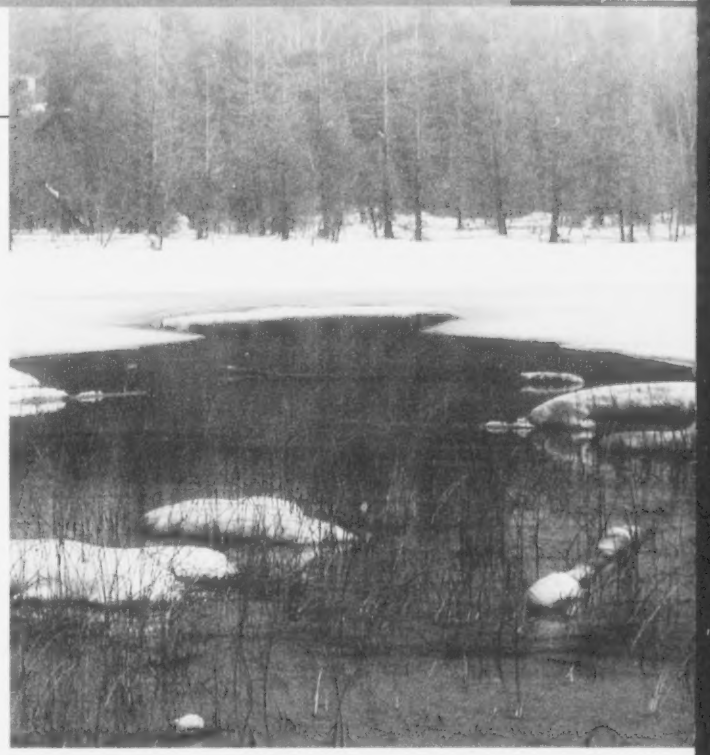
La formation et la disparition de la glace sur les lacs et les rivières marquent le passage d'une saison à une autre. Elles imposent aussi des changements dans la manière d'utiliser l'eau pour voyager, pêcher et se divertir. Notamment parce que la glace bloque le transfert d'oxygène de l'air vers l'eau, les poissons et autres formes de vie aquatique subissent aussi les effets de la formation de la glace et de sa disparition. De plus, les modifications de la durée de la saison des glaces peuvent se répercuter sur l'approvisionnement en nourriture de la faune aquatique, tandis que les changements de date de la prise de la glace et de la débâcle peuvent pousser les oiseaux à modifier leurs comportements migratoires. Sur les rivières, la débâcle printanière peut aussi être synonyme d'inondation, en raison des embâcles qui peuvent se produire, et de dommages causés aux ponts et autres structures par les glaces et des débris flottants.

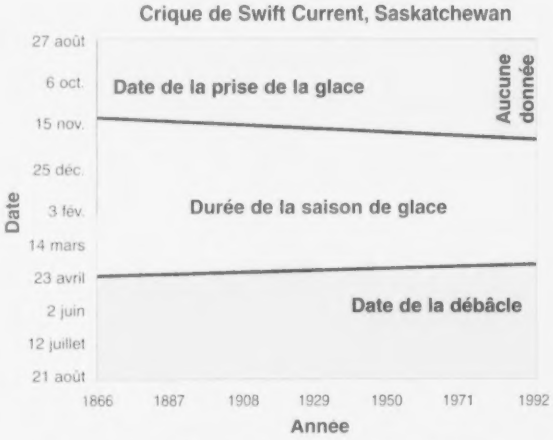
Précipitations, vents, ensoleillement ainsi que certaines caractéristiques de la masse d'eau elle-même, notamment sa taille et ses courants, déterminent le moment de la prise de la glace et celui de la débâcle. En raison aussi de l'épaisseur de la couverture de neige et de la rigueur de l'hiver, les dates de la débâcle printanière varient davantage. Toutefois, la température de l'air revêt une importance particulière, autant pour la prise de la glace que pour la débâcle, et les changements de date de ces dernières reflètent assez bien les tendances des températures automnales et printanières.

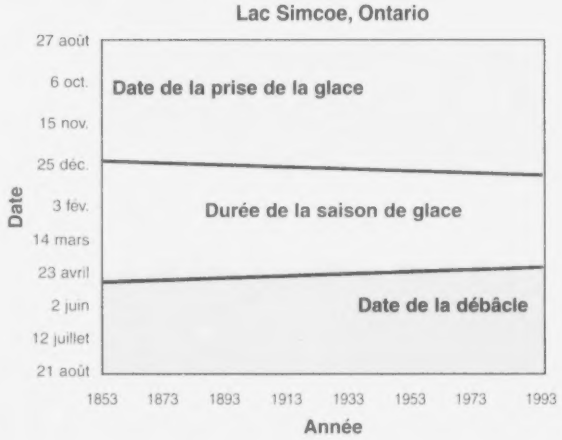
POINT DE MIRE : la Saskatchewan et l'Ontario

Par le passé, outre les scientifiques, nombreux sont ceux qui ont constitué des registres étonnamment précis des dates de la prise de la glace et de la débâcle. Là où de tels registres sont disponibles, on peut les retracer pour les 100 dernières années et même au-delà. Par exemple, pour la crique de Swift Current, dans le sud de la Saskatchewan et pour le lac Simcoe, dans le centre-sud de l'Ontario, les observations ont commencé respectivement au cours des années 1860 et 1850. Les registres révèlent que maintenant la date moyenne de la prise de la glace sur le lac Simcoe se produit environ 13 jours plus tard qu'il y a 140 ans et que la date moyenne de la débâcle arrive 4 jours plus tôt. Pour la crique de Swift Current sur une période d'environ 115 ans, le changement est plus marquant : la date de la prise de la glace survient maintenant environ 24 jours plus tard et la débâcle environ 14 jours plus tôt.

Ces résultats reflètent les tendances du siècle dernier, qui démontrent un réchauffement plus prononcé dans le sud de la Saskatchewan que dans le sud de l'Ontario.







Source : *M. Futter/Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques*

Au cours des 150 dernières années, les dates de prise de la glace sont devenues plus tardives et celles des débâcles printanières plus précoces dans le lac Simcoe et dans la crique de Swift Current.

Une équipe internationale de chercheurs a récemment utilisé divers registres anciens pour colliger les dates de prise de la glace et de débâcle pour 39 lacs et rivières d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. Elle a découvert que, depuis 150 ans, ces lacs et ces rivières connaissent des dates de prise de la glace plus tardives et des dates de débâcle plus précoces. Les chercheurs en ont conclu que, dans l'hémisphère nord, la prise de la glace survient maintenant en moyenne 5,8 jours plus tard qu'il y a 100 ans, et que la débâcle arrive 6,5 jours plus tôt. Au Canada, les quelques lacs et rivières pour lesquels nous avons des données historiques sur d'assez longues périodes — comme la crique de Swift Current et le lac Simcoe – suivent la même tendance.

Portant sur les 30 ou 50 dernières années, l'ensemble le plus complet et le plus fiable de données scientifiques sur le Canada révèle toutefois un tableau beaucoup plus complexe. Ces données montrent une débâcle printanière plus précoce presque partout au pays, sauf dans la région de l'Atlantique, mais elles illustrent aussi une tendance largement répandue vers des dates de prise de la glace plus précoces en automne. Au cours des 30 ou 50 dernières années, la plupart des lacs et des rivières du Canada ont donc connu une saison des glaces plus longue. C'est dans la région de l'Atlantique que la plus importante prolongation, soit plus d'un mois, a été observée.

Ces résultats concordent bien avec l'évolution des températures selon les saisons et les diverses régions du pays au cours des 50 dernières années. Ils diffèrent des résultats à long terme, mais ils ne sont pas en contradiction avec eux. Ils montrent simplement que des tendances différentes peuvent être décelées selon la durée des périodes où le climat est étudié.

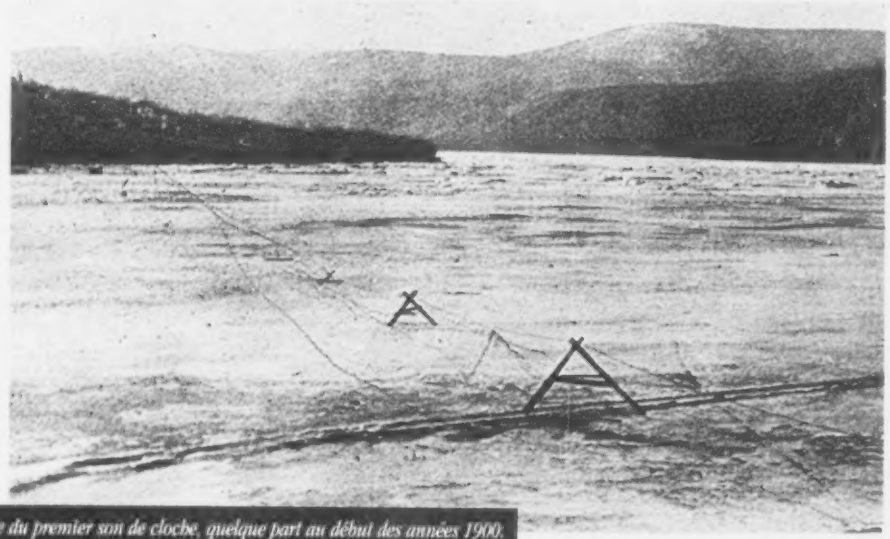
En raison de la douceur du climat des dernières années, on s'inquiète des difficultés qu'une saison des glaces écourtée ou plus imprévisible pourrait causer aux gens des localités isolées du Nord. Dans cette région, le gel des lacs et des rivières est essentiel pour les déplacements hivernaux. Les chasseurs et les trappeurs en dépendent aussi pour leurs activités, tout comme des collectivités entières dont l'approvisionnement hivernal arrive du sud par camion, sur des chemins d'hiver en partie construits sur des rivières, des lacs et des marais gelés.

Le Manitoba, par exemple, construit 2400 kilomètres de ces routes chaque hiver, et plus de 25 000 personnes de 29 localités différentes doivent pouvoir compter sur elles. En 1997-1998, alors que l'hiver a été particulièrement court, le gouvernement provincial a dû approvisionner ces collectivités par voie aérienne. Les coûts additionnels ont atteint 14 millions de dollars, soit environ trois fois le coût de la construction de ce système routier hivernal. Durant l'hiver 2001-2002, plusieurs de ces routes n'ont ouvert qu'en février et l'une d'elles est restée impraticable pour la circulation.

SONS DE CLOCHE SUR LE FLEUVE YUKON : LA DÉBÂCLE PRINTANIÈRE À DAWSON

Grâce à la passion des paris de quelques prospecteurs, les données sur la débâcle du fleuve Yukon, à Dawson, remontent à 1896. Ce printemps-là, après avoir parié sur la minute précise où la débâcle débuterait, les hommes ont installé une série de trépieds de bois à travers le milieu du fleuve, y ont attaché une corde reliée à une cloche placée sur la rive, et ont attendu le signal sonore du premier mouvement de la glace.

Depuis, la cloche remplit chaque année son office. Elle a sonné aussi tôt que le 9 avril, et aussi tard que le 28 mai. Durant la plus grande partie du XX^{e} siècle, la débâcle est survenue en mai, mais depuis le milieu des années 1980, les débâcles d'avril ont été plus fréquentes. En moyenne, la débâcle se produit maintenant environ 6 jours plus tôt qu'il y a 100 ans.



Dans l'attente du premier son de cloche, quelque part au début des années 1900.

La prise de la glace et la débâcle n'ont plus lieu aux dates habituelles, ce qui préoccupe les collectivités du Nord.

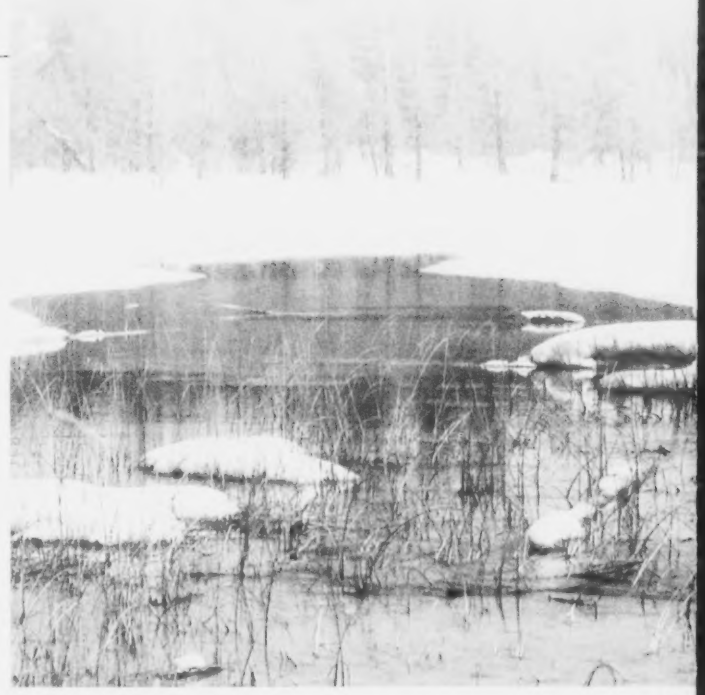
La formation et la disparition de la glace sur les lacs et les rivières marquent le passage d'une saison à une autre. Elles imposent aussi des changements dans la manière d'utiliser l'eau pour voyager, pêcher et se divertir. Notamment parce que la glace bloque le transfert d'oxygène de l'air vers l'eau, les poissons et autres formes de vie aquatique subissent aussi les effets de la formation de la glace et de sa disparition. De plus, les modifications de la durée de la saison des glaces peuvent se répercuter sur l'approvisionnement en nourriture de la faune aquatique, tandis que les changements de date de la prise de la glace et de la débâcle peuvent pousser les oiseaux à modifier leurs comportements migratoires. Sur les rivières, la débâcle printanière peut aussi être synonyme d'inondation, en raison des embâcles qui peuvent se produire, et de dommages causés aux ponts et autres structures par les glaces et des débris flottants.

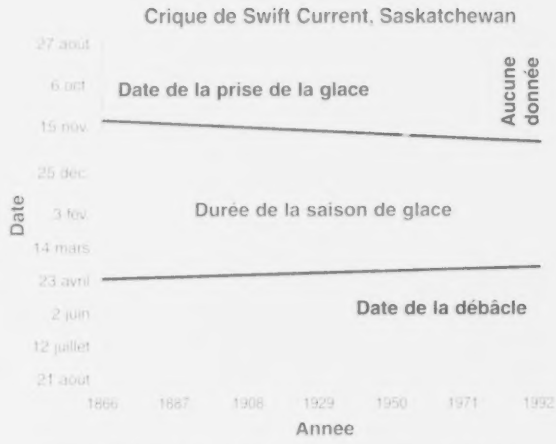
Précipitations, vents, ensoleillement ainsi que certaines caractéristiques de la masse d'eau elle-même, notamment sa taille et ses courants, déterminent le moment de la prise de la glace et celui de la débâcle. En raison aussi de l'épaisseur de la couverture de neige et de la rigueur de l'hiver, les dates de la débâcle printanière varient davantage. Toutefois, la température de l'air revêt une importance particulière, autant pour la prise de la glace que pour la débâcle, et les changements de date de ces dernières reflètent assez bien les tendances des températures automnales et printanières.

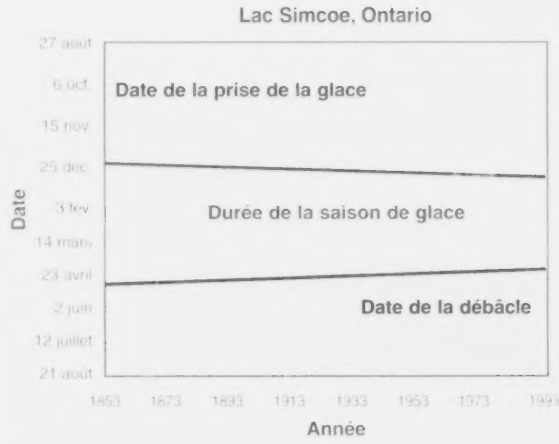
la Saskatchewan et l'Ontario

Par le passé, outre les scientifiques, nombreux sont ceux qui ont constitué des registres étonnamment précis des dates de la prise de la glace et de la débâcle. Là où de tels registres sont disponibles, on peut les retracer pour les 100 dernières années et même au-delà. Par exemple, pour la crique de Swift Current, dans le sud de la Saskatchewan et pour le lac Simcoe, dans le centre-sud de l'Ontario, les observations ont commencé respectivement au cours des années 1860 et 1850. Les registres révèlent que maintenant la date moyenne de la prise de la glace sur le lac Simcoe se produit environ 13 jours plus tard qu'il y a 140 ans et que la date moyenne de la débâcle arrive 4 jours plus tôt. Pour la crique de Swift Current sur une période d'environ 115 ans, le changement est plus marquant : la date de la prise de la glace survient maintenant environ 24 jours plus tard et la débâcle environ 14 jours plus tôt.

Ces résultats reflètent les tendances du siècle dernier, qui démontrent un réchauffement plus prononcé dans le sud de la Saskatchewan que dans le sud de l'Ontario.







Source : *M. Futter, Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques*

Au cours des 150 dernières années, les dates de prise de la glace sont devenues plus tardives et celles des débâcles printanières plus précoces dans le lac Simcoe et dans la crique de Swift Current.

Une équipe internationale de chercheurs a récemment utilisé divers registres anciens pour colliger les dates de prise de la glace et de débâcle pour 39 lacs et rivières d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. Elle a découvert que, depuis 150 ans, ces lacs et ces rivières connaissent des dates de prise de la glace plus tardives et des dates de débâcle plus précoces. Les chercheurs en ont conclu que, dans l'hémisphère nord, la prise de la glace survient maintenant en moyenne 5,8 jours plus tard qu'il y a 100 ans, et que la débâcle arrive 6,5 jours plus tôt. Au Canada, les quelques lacs et rivières pour lesquels nous avons des données historiques sur d'assez longues périodes — comme la crique de Swift Current et le lac Simcoe – suivent la même tendance.

Portant sur les 30 ou 50 dernières années, l'ensemble le plus complet et le plus fiable de données scientifiques sur le Canada révèle toutefois un tableau beaucoup plus complexe. Ces données montrent une débâcle printanière plus précoce presque partout au pays, sauf dans la région de l'Atlantique, mais elles illustrent aussi une tendance largement répandue vers des dates de prise de la glace plus précoces en automne. Au cours des 30 ou 50 dernières années, la plupart des lacs et des rivières du Canada ont donc connu une saison des glaces plus longue. C'est dans la région de l'Atlantique que la plus importante prolongation, soit plus d'un mois, a été observée.

Ces résultats concordent bien avec l'évolution des températures selon les saisons et les diverses régions du pays au cours des 50 dernières années. Ils diffèrent des résultats à long terme, mais ils ne sont pas en contradiction avec eux. Ils montrent simplement que des tendances différentes peuvent être décelées selon la durée des périodes où le climat est étudié.

En raison de la douceur du climat des dernières années, on s'inquiète des difficultés qu'une saison des glaces écourtée ou plus imprévisible pourrait causer aux gens des localités isolées du Nord. Dans cette région, le gel des lacs et des rivières est essentiel pour les déplacements hivernaux. Les chasseurs et les trappeurs en dépendent aussi pour leurs activités, tout comme des collectivités entières dont l'approvisionnement hivernal arrive du sud par camion, sur des chemins d'hiver en partie construits sur des rivières, des lacs et des marais gelés.

Le Manitoba, par exemple, construit 2400 kilomètres de ces routes chaque hiver, et plus de 25 000 personnes de 29 localités différentes doivent pouvoir compter sur elles. En 1997-1998, alors que l'hiver a été particulièrement court, le gouvernement provincial a dû approvisionner ces collectivités par voie aérienne. Les coûts additionnels ont atteint 14 millions de dollars, soit environ trois fois le coût de la construction de ce système routier hivernal. Durant l'hiver 2001-2002, plusieurs de ces routes n'ont ouvert qu'en février et l'une d'elles est restée impraticable pour la circulation.

SONS DE CLOCHE SUR LE FLEUVE YUKON : LA DÉBÂCLE PRINTANIÈRE À DAWSON

Grâce à la passion des paris de quelques prospecteurs, les données sur la débâcle du fleuve Yukon, à Dawson, remontent à 1896. Ce printemps-là, après avoir parié sur la minute précise où la débâcle débuterait, les hommes ont installé une série de trépieds de bois à travers le milieu du fleuve, y ont attaché une corde reliée à une cloche placée sur la rive, et ont attendu le signal sonore du premier mouvement de la glace.

Depuis, la cloche remplit chaque année son office. Elle a sonné aussi tôt que le 9 avril, et aussi tard que le 28 mai. Durant la plus grande partie du XX^{e} siècle, la débâcle est survenue en mai, mais depuis le milieu des années 1980, les débâcles d'avril ont été plus fréquentes. En moyenne, la débâcle se produit maintenant environ 6 jours plus tôt qu'il y a 100 ans.

Dans l'attente du premier son de cloche, quelque part au début des années 1900.

Le recul des glaciers modifie nos paysages et menace notre approvisionnement en eau.

la Colombie-Britannique

La plupart des glaciers et des champs de glace de la Colombie-Britannique ont perdu des volumes substantiels de glace au cours du XX^{e} siècle. L'indicateur dont il est question ici illustre la situation de deux glaciers du sud de la Colombie-Britannique, le glacier Helm, dans le parc Garibaldi, au nord de Vancouver, et le glacier Illecillewaet, dans le parc national des Glaciers, près de la frontière de l'Alberta.

Comme l'indique le graphique, les deux glaciers ont reculé de plus de un kilomètre entre 1895 et 1995, bien qu'ils l'aient fait à des rythmes différents. Le glacier Helm s'est retiré de façon plutôt régulière, mais l'Illecillewaet a évolué de façon plus capricieuse. Ce dernier s'est rapidement retiré au début du XX^{e} siècle, pour ensuite avancer au cours des années 1970 et 1980, avant d'amorcer une nouvelle phase de recul. La progression temporaire du glacier est probablement due à une augmentation des chutes de neige en haute altitude durant la période mentionnée, ce qui a compensé la fonte plus bas sur le glacier.

Changement de la position du front glaciaire

Source : *Adapté du British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002.*

Le graphique montre la distance en mètres entre la position des fronts glaciaires en 1900 et leur position à d'autres années. Les valeurs négatives indiquent que le front glaciaire a reculé par rapport à sa position de 1900.

Glacier Illecillewaet, 1999

Le recul des glaciers modifie nos paysages et menace notre approvisionnement en eau.

En plus d'être des attractions touristiques très recherchées, les glaciers sont une source majeure d'alimentation en eau pour de nombreux fleuves et rivières. Ils ont donc une grande influence sur le débit de ces cours d'eau et tout ce qui en dépend : production d'électricité, activités récréatives, irrigation, approvisionnement en eau des collectivités, ainsi que les poissons et autres formes de vie aquatique.

La masse totale d'un glacier est étroitement liée au climat, plus précisément à la quantité de neige qu'il reçoit en hiver, et à la quantité de neige ou de glace qu'il perd durant l'été en raison de la fonte. La croissance ou la diminution de sa masse amène tôt ou tard le front glaciaire à avancer ou à reculer. Cependant, la hauteur du glacier, sa longueur, sa vitesse de déplacement et d'autres facteurs influent aussi sur ses avancées et ses reculs.

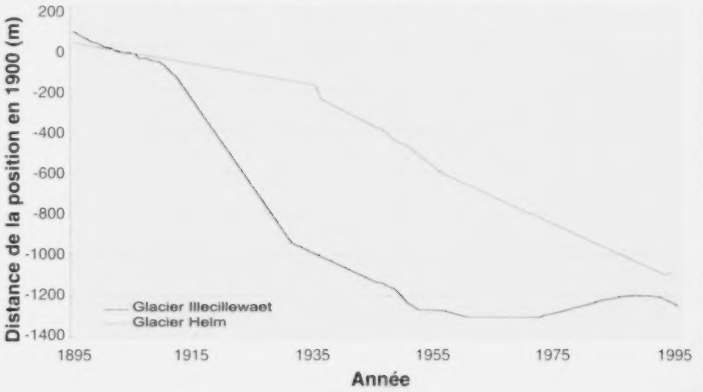
Des températures plus chaudes, tout comme l'augmentation des pluies, accélèrent la fonte des glaciers. Par contre, l'augmentation des chutes de neige contribue à leur croissance. Dans la plupart des régions, le réchauffement des températures a cependant plus d'impact sur leur taille que les variations de précipitations, qu'il s'agisse de neige ou de pluie.

POINT DE MIRE : la Colombie-Britannique

La plupart des glaciers et des champs de glace de la Colombie-Britannique ont perdu des volumes substantiels de glace au cours du XX^{e} siècle. L'indicateur dont il est question ici illustre la situation de deux glaciers du sud de la Colombie-Britannique, le glacier Helm, dans le parc Garibaldi, au nord de Vancouver, et le glacier Illecillewaet, dans le parc national des Glaciers, près de la frontière de l'Alberta.

Comme l'indique le graphique, les deux glaciers ont reculé de plus de un kilomètre entre 1895 et 1995, bien qu'ils l'aient fait à des rythmes différents. Le glacier Helm s'est retiré de façon plutôt régulière, mais l'Illecillewaet a évolué de façon plus capricieuse. Ce dernier s'est rapidement retiré au début du XX^{e} siècle, pour ensuite avancer au cours des années 1970 et 1980, avant d'amorcer une nouvelle phase de recul. La progression temporaire du glacier est probablement due à une augmentation des chutes de neige en haute altitude durant la période mentionnée, ce qui a compensé la fonte plus bas sur le glacier.

Changement de la position du front glaciaire



Source : *Adapté du British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002*

Le graphique montre la distance en mètres entre la position des fronts glaciaires en 1900 et leur position à d'autres années. Les valeurs négatives indiquent que le front glaciaire a reculé par rapport à sa position de 1900.

Glacier Illecillewaet, 1999

Depuis 1950, le réchauffement le plus important observé au Canada s'est produit dans l'ouest et dans le nord-ouest. La plupart des glaciers de ces régions fondent d'ailleurs rapidement. Les quelque 1300 glaciers des pentes est des Rocheuses, par exemple, ont rétréci d'environ 25 à 75 % depuis 1850. Le réchauffement touche également plusieurs des îles de la partie septentrionale de l'archipel arctique du Nunavut, où des glaciers comme le champ de glace du sud de l'île Melville ont graduellement diminué depuis au moins la fin des années 1950. Dans l'est du Nunavut, cependant, la situation est plus complexe : certains glaciers reculent, alors que d'autres sont en expansion.

La fonte des glaciers représente une menace pour l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba. Les activités d'irrigation des agriculteurs dépendent en effet de rivières alimentées par les glaciers, comme les rivières Saskatchewan et Bow. L'approvisionnement en eau et les activités récréatives de villes comme Edmonton, Calgary et Saskatoon doivent aussi compter sur ces rivières. À Le Pas, au Manitoba, la réduction du débit de la rivière Saskatchewan risque de nuire aux activités des pêcheurs autochtones et à la production d'énergie hydroélectrique.

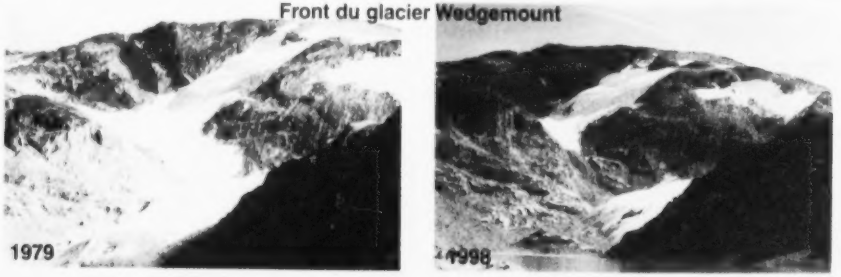
On peut s'attendre à ce que les premières manifestations de recul dû à la fonte augmentent l'apport en eau de ces rivières; le débit des eaux de fonte diminuera cependant à mesure que les glaciers se rétréciront. Les pertes d'eau pourraient être considérables. Par exemple, par un mois d'août sec, environ 25 % des eaux de la Bow proviennent des glaciers, et des données récentes indiquent que la quantité d'eau de glacier alimentant la plus importante rivière des Prairies, la rivière Saskatchewan, a déjà commencé à diminuer.

Ce qui se passe au Canada se produit aussi dans d'autres parties du monde. Selon le World Resources Institute, la masse totale des glaciers du monde a en effet diminué d'environ 12 % au cours du XX^{e} siècle.

QUELQUES FAITS À PROPOS DES GLACIERS...

- Rassemblés en un même endroit, les 200 000 kilomètres carrés de glaciers et de champs de glace du Canada couvriraient une région équivalant à environ la moitié de la superficie de la province de Terre-Neuve-et-Labrador. Après l'Antarctique et le Groenland, la plus grande quantité de glace de glaciers au monde se trouve au Canada.
- L'eau de fonte des glaciers situés le long de la frontière séparant l'Alberta de la Colombie-Britannique se retrouve dans chacun des trois océans bordant le Canada : le Pacifique, l'Arctique et l'Atlantique (par la baie d'Hudson).
- Le glacier Thompson, sur l'île Axel Heiberg, dans l'Extrême Nord canadien, est en expansion alors que le glacier voisin, le White, recule. Tous deux ont été touchés par un refroidissement passé et par le récent réchauffement, mais le White, moins massif, a réagi plus rapidement au réchauffement.
- Lorsqu'ils gèlent, les glaciers emprisonnent de l'air ainsi que les agents chimiques qu'il contient. Ces bulles d'air emprisonnées dans la glace constituent une précieuse source de renseignements sur le climat et les conditions environnementales du passé. Plus récemment, les glaciers sont devenus des dépôts pour les produits chimiques toxiques contenus dans l'air. Lorsque les glaciers fondent, ces agents chimiques se répandent dans les rivières et dans les lacs. Des produits chimiques toxiques qui se trouvaient emprisonnés dans le glacier Bow ont été détectés dans les eaux du lac Bow, dans le parc national Banff.
- Les bancs de glace – des mini-glaciers de quelques centaines de mètres de longueur ou de largeur – disparaissent rapidement des crêtes montagneuses du Yukon. Leur disparition met au jour des trésors d'artefacts et de fossiles animaux et humains. Cependant, la glace disparaît si rapidement que les archéologues ne réussissent pas à inventorier toutes ces découvertes avant que le matériel ne se décompose ou ne se détériore.
- Le glacier Wedgemount, près de la ville touristique de Whistler, en Colombie-Britannique, a reculé de plusieurs centaines de mètres, uniquement durant les deux dernières décennies.

Front du glacier Wedgemount



Source : *Adapté à partir du Canadian Geographic, 1998, et de l'Atlas national du Canada*

Les glaciers et les champs de glace, qui apparaissent en bleu foncé, se retrouvent en Colombie-Britannique, en Alberta, au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut.

Les ours polaires se sont magnifiquement adaptés à l'environnement glacé de l'Arctique. Mais pourraient-ils survivre dans un monde plus chaud?

Les ours polaires passent la majeure partie de leur vie sur la mer glacée. Bien que difficiles, ces conditions sont indispensables à leur survie, car c'est sur la glace de mer qu'ils trouvent les phoques qui constituent leur principale source de nourriture.

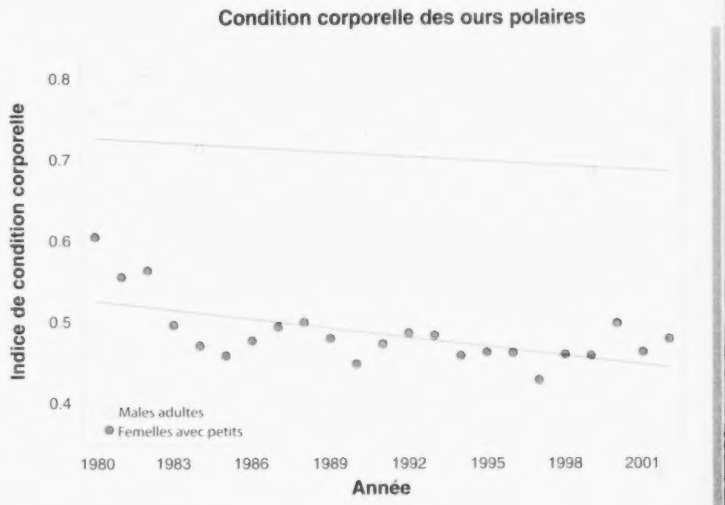
On s'attend à ce que les changements climatiques réduisent l'étendue et l'épaisseur de la glace de mer dans plusieurs régions de l'Arctique et qu'ils accélèrent sa fissuration. Non seulement une saison des glaces plus courte rendrait la chasse plus difficile pour les ours polaires, mais elle aurait également un impact sur l'abondance de leurs proies. Si ces changements se poursuivaient, ils pourraient même menacer la survie des ours polaires dans de nombreuses régions, sinon dans la totalité du Grand Nord canadien.

POINT DE MIRE : partie ouest de la baie d'Hudson

Les ours polaires du Grand Nord peuvent demeurer sur la glace toute l'année. Cependant, dans la baie d'Hudson, la glace de mer se fissure durant l'été et est à moitié fondue vers la fin de juin ou la mi-juillet. Bien que les ours demeurent sur la glace le plus longtemps possible, ils finissent habituellement par se retrouver sur les rivages vers la fin de juillet ou au début d'août. À cette époque de l'année, ils mangent très peu et survivent surtout grâce aux réserves de graisse qu'ils ont accumulées au cours des derniers mois passés sur la glace. Par conséquent, plus ils quittent la glace tardivement, plus ils sont gras et meilleures sont leurs chances de survie. Par contre, si la glace se fissure prématurément, les ours doivent vivre plus longtemps avec une réserve de graisse moins abondante.

La période où la glace se fissure varie beaucoup d'une année à l'autre, mais, vers la fin des années 1990, la glace du côté ouest de la baie s'est fissurée environ deux semaines plus tôt en moyenne que vers la fin des années 1970. Selon les scientifiques qui ont étudié les ours polaires de la région au cours de ces mêmes années, la tendance vers une fissuration prématurée de la glace correspond au dépérissement de la condition physique des ours. Ces derniers se sont amaigris pendant leur séjour sur les rivages, et leur taux de natalité a décliné. Bien que d'autres facteurs puissent avoir une incidence sur la santé des ours polaires, la fissuration prématurée de la glace de mer est la cause la plus probable du mauvais état de santé des populations d'ours polaires de l'ouest de la baie d'Hudson.

Ne disposant que des données colligées sur un peu plus de vingt ans, les chercheurs ne peuvent encore conclure qu'il y aura diminution à long terme des populations d'ours polaires. Cependant, si l'état physique des ours continue de se détériorer dans les quelques décennies à venir il semble certain que le taux de natalité et les populations déclineront également.



Source : *Adapté de N. Lunn et I. Stirling, Environnement Canada*

L'indice de l'état physique (qui mesure la relation entre le poids et la longueur du corps) donne une bonne idée de l'état de santé général des ours polaires. Plus la valeur de l'indice est élevée, meilleure est la santé des ours. Le déclin de l'état physique des ours depuis le début des années 1980 semble résulter d'une tendance de la glace de mer à se fissurer prématurément. Cette tendance est reliée à une augmentation de la température de l'air au printemps, qui s'est élevée selon un taux moyen variant de 0,2 à 0,3 °C par décennie depuis 1950.

VUE D'ENSEMBLE

On dénombre jusqu'à 25 000 ours polaires dans le monde, la plupart d'entre eux, soit environ 15 000 individus, se trouvant au Canada. Cependant, aucune population d'ours polaires n'a été étudiée aussi longtemps que celle de l'ouest de la baie d'Hudson. Il est donc difficile de connaître quelle ampleur les conséquences des variations du climat ont eu sur les populations des autres régions. Les indications sur les populations de la baie d'Hudson suscitent toutefois de réelles inquiétudes par rapport aux conditions difficiles que les autres populations nordiques pourraient subir, si la durée de la saison des glaces continue à raccourcir.

Les phoques dépendent eux aussi de la glace de mer, sur laquelle ils élèvent leurs petits jusqu'à ce qu'ils soient assez autonomes pour nager et trouver eux-mêmes leur nourriture. Une étude menée dans la mer de Beaufort par des scientifiques et des chasseurs Inuits a démontré que la santé des bébés phoques nés pendant une courte saison des glaces est en général moins bonne que la moyenne, probablement en raison d'une naissance tardive ou d'un sevrage prématuré. C'est pourquoi une tendance vers de plus courtes saisons des glaces pourrait causer un déclin des populations de phoques, et, par conséquent, diminuer les chances de survie des ours polaires.

ÉCOSYSTÈMES EN ÉVOLUTION

Les plantes et les animaux réagissent de différentes façons aux variations du climat. Certaines espèces peuvent en bénéficier et augmenter leur aire de distribution géographique et leur population, tandis que d'autres migreront vers des régions où l'environnement leur est plus favorable. S'ils ne le font pas, ou s'ils sont incapables de le faire, ils risquent une existence plus ardue, voire l'extinction. Par conséquent, l'évolution du climat au Canada amène la modification et la restructuration de bon nombre d'écosystèmes. Ces changements sont plus visibles dans le Nord, mais ils se produisent également dans d'autres régions du pays.

- De nouvelles espèces apparaissent dans l'ouest du Grand Nord. Ainsi, on a récemment signalé la présence du saumon dans le fleuve Mackenzie, alors que des rouges-gorges ont été vus sur l'île Banks. Cet oiseau est si rare dans cette région qu'il n'a pas de nom dans le dialecte inuit local.
- Jusqu'à récemment, la limite nordique de l'aire de distribution du fuligule à collier, une espèce de canard, ne dépassait pas le centre de la Colombie-Britannique. En 1980, on a pu observer sa présence dans le nord du Yukon, une région qu'il fréquente maintenant régulièrement.
- On peut trouver le renard arctique depuis l'île d'Ellesmere jusqu'à la baie James, mais il se fait plus rare dans la partie sud de son aire de distribution. Son cousin du sud, le renard roux, se déplace plus au nord.
- L'opossum de Virginie était inconnu au sud de l'Ontario jusque dans les années 1980. Des hivers plus doux lui permettent maintenant de progresser vers le nord jusqu'à la baie Georgienne.
- Le harelde kakawi demeure également toute l'année dans le sud de l'Ontario, en raison des hivers plus doux. Du fait que ses aires d'alimentation sont moins souvent couvertes de glace, il préfère rester sur les rives du lac Ontario plutôt que de migrer vers le sud.
- En comparant deux études menées en 1983 et en 1996 sur les poissons du bassin versant de la rivière Grand en Ontario, on a constaté que plusieurs espèces d'eau chaude colonisent maintenant les parties supérieures du bassin, alors que nombre d'espèces d'eau froide y sont maintenant moins présentes.
- En Colombie-Britannique, depuis le milieu des années 1990, l'explosion des populations de dendroctones du pin argenté a amené la dévastation de zones forestières évaluées à des milliards de dollars. Les températures plus douces ont pu contribuer à faciliter la survie et la prolifération de ces insectes.
- Au Manitoba les papillons apparaissent au printemps jusqu'à 12 jours plus tôt qu'il y a 30 ans.
- Dans le sud-ouest du Yukon, la période de reproduction des écureuils rouges se produit 18 jours plus tôt qu'il y a 10 ans.

Un renard arctique dans sa robe hivernale

Les ours polaires se sont magnifiquement adaptés à l'environnement glacé de l'Arctique. Mais pourraient-ils survivre dans un monde plus chaud?

Les ours polaires passent la majeure partie de leur vie sur la mer glacée. Bien que difficiles, ces conditions sont indispensables à leur survie, car c'est sur la glace de mer qu'ils trouvent les phoques qui constituent leur principale source de nourriture.

On s'attend à ce que les changements climatiques réduisent l'étendue et l'épaisseur de la glace de mer dans plusieurs régions de l'Arctique et qu'ils accélèrent sa fissuration. Non seulement une saison des glaces plus courte rendrait la chasse plus difficile pour les ours polaires, mais elle aurait également un impact sur l'abondance de leurs proies. Si ces changements se poursuivaient, ils pourraient même menacer la survie des ours polaires dans de nombreuses régions, sinon dans la totalité du Grand Nord canadien.

POINT DE MIRE : partie ouest de la baie d'Hudson

Les ours polaires du Grand Nord peuvent demeurer sur la glace toute l'année. Cependant, dans la baie d'Hudson, la glace de mer se fissure durant l'été et est à moitié fondue vers la fin de juin ou la mi-juillet. Bien que les ours demeurent sur la glace le plus longtemps possible, ils finissent habituellement par se retrouver sur les rivages vers la fin de juillet ou au début d'août. À cette époque de l'année, ils mangent très peu et survivent surtout grâce aux réserves de graisse qu'ils ont accumulées au cours des derniers mois passés sur la glace. Par conséquent, plus ils quittent la glace tardivement, plus ils sont gras et meilleures sont leurs chances de survie. Par contre, si la glace se fissure prématurément, les ours doivent vivre plus longtemps avec une réserve de graisse moins abondante.

La période où la glace se fissure varie beaucoup d'une année à l'autre, mais, vers la fin des années 1990, la glace du côté ouest de la baie s'est fissurée environ deux semaines plus tôt en moyenne que vers la fin des années 1970. Selon les scientifiques qui ont étudié les ours polaires de la région au cours de ces mêmes années, la tendance vers une fissuration prématurée de la glace correspond au dépérissement de la condition physique des ours. Ces derniers se sont amaigris pendant leur séjour sur les rivages, et leur taux de natalité a décliné. Bien que d'autres facteurs puissent avoir une incidence sur la santé des ours polaires, la fissuration prématurée de la glace de mer est la cause la plus probable du mauvais état de santé des populations d'ours polaires de l'ouest de la baie d'Hudson.

Ne disposant que des données colligées sur un peu plus de vingt ans, les chercheurs ne peuvent encore conclure qu'il y aura diminution à long terme des populations d'ours polaires. Cependant, si l'état physique des ours continue de se détériorer dans les quelques décennies à venir il semble certain que le taux de natalité et les populations déclineront également.

Source : *Adapté de S. Lunn et I. Stirling, Environnement Canada*

L'indice de l'état physique (qui mesure la relation entre le poids et la longueur du corps) donne une bonne idée de l'état de santé général des ours polaires. Plus la valeur de l'indice est élevée, meilleure est la santé des ours. Le déclin de l'état physique des ours depuis le début des années 1980 semble résulter d'une tendance de la glace de mer à se fissurer prématurément. Cette tendance est reliée à une augmentation de la température de l'air au printemps, qui s'est élevée selon un taux moyen variant de 0,2 à 0,3 °C par décennie depuis 1950.

On dénombre jusqu'à 25 000 ours polaires dans le monde, la plupart d'entre eux, soit environ 15 000 individus, se trouvant au Canada. Cependant, aucune population d'ours polaires n'a été étudiée aussi longtemps que celle de l'ouest de la baie d'Hudson. Il est donc difficile de connaître quelle ampleur les conséquences des variations du climat ont eu sur les populations des autres régions. Les indications sur les populations de la baie d'Hudson suscitent toutefois de réelles inquiétudes par rapport aux conditions difficiles que les autres populations nordiques pourraient subir, si la durée de la saison des glaces continue à raccourcir.

Les phoques dépendent eux aussi de la glace de mer, sur laquelle ils élèvent leurs petits jusqu'à ce qu'ils soient assez autonomes pour nager et trouver eux-mêmes leur nourriture. Une étude menée dans la mer de Beaufort par des scientifiques et des chasseurs Inuits a démontré que la santé des bébés phoques nés pendant une courte saison des glaces est en général moins bonne que la moyenne, probablement en raison d'une naissance tardive ou d'un sevrage prématuré. C'est pourquoi une tendance vers de plus courtes saisons des glaces pourrait causer un déclin des populations de phoques, et, par conséquent, diminuer les chances de survie des ours polaires.

ÉCOSYSTÈMES EN ÉVOLUTION

Les plantes et les animaux réagissent de différentes façons aux variations du climat. Certaines espèces peuvent en bénéficier et augmenter leur aire de distribution géographique et leur population, tandis que d'autres migreront vers des régions où l'environnement leur est plus favorable. S'ils ne le font pas, ou s'ils sont incapables de le faire, ils risquent une existence plus ardue, voire l'extinction. Par conséquent, l'évolution du climat au Canada amène la modification et la restructuration de bon nombre d'écosystèmes. Ces changements sont plus visibles dans le Nord, mais ils se produisent également dans d'autres régions du pays.

- De nouvelles espèces apparaissent dans l'ouest du Grand Nord. Ainsi, on a récemment signalé la présence du saumon dans le fleuve Mackenzie, alors que des rouges-gorges ont été vus sur l'île Banks. Cet oiseau est si rare dans cette région qu'il n'a pas de nom dans le dialecte inuit local.
- Jusqu'à récemment, la limite nordique de l'aire de distribution du fuligule à collier, une espèce de canard, ne dépassait pas le centre de la Colombie-Britannique. En 1980, on a pu observer sa présence dans le nord du Yukon, une région qu'il fréquente maintenant régulièrement.
- On peut trouver le renard arctique depuis l'île d'Ellesmere jusqu'à la baie James, mais il se fait plus rare dans la partie sud de son aire de distribution. Son cousin du sud, le renard roux, se déplace plus au nord.
- L'opossum de Virginie était inconnu au sud de l'Ontario jusque dans les années 1980. Des hivers plus doux lui permettent maintenant de progresser vers le nord jusqu'à la baie Georgienne.
- Le harelde kakawi demeure également toute l'année dans le sud de l'Ontario, en raison des hivers plus doux. Du fait que ses aires d'alimentation sont moins souvent couvertes de glace, il préfère rester sur les rives du lac Ontario plutôt que de migrer vers le sud.
- En comparant deux études menées en 1983 et en 1996 sur les poissons du bassin versant de la rivière Grand en Ontario, on a constaté que plusieurs espèces d'eau chaude colonisent maintenant les parties supérieures du bassin, alors que nombre d'espèces d'eau froide y sont maintenant moins présentes.
- En Colombie-Britannique, depuis le milieu des années 1990, l'explosion des populations de dendroctones du pin argenté a amené la dévastation de zones forestières évaluées à des milliards de dollars. Les températures plus douces ont pu contribuer à faciliter la survie et la prolifération de ces insectes.
- Au Manitoba les papillons apparaissent au printemps jusqu'à 12 jours plus tôt qu'il y a 30 ans.
- Dans le sud-ouest du Yukon, la période de reproduction des écureuils rouges se produit 18 jours plus tôt qu'il y a 10 ans.

Un renard arctique dans sa robe hivernale.

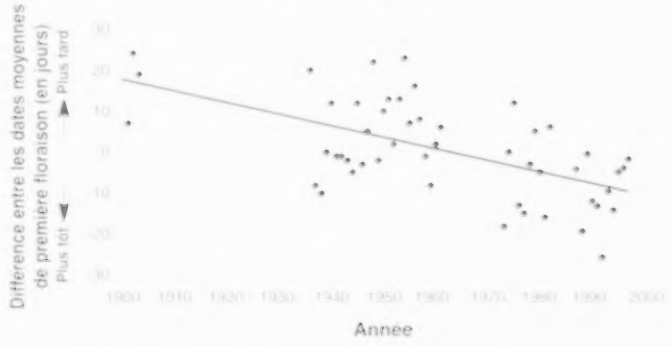
Les printemps plus chauds permettent aux plantes de s'épanouir plus tôt dans la saison.

Edmonton

Au cours des 100 dernières années, des observateurs de la région d'Edmonton ont enregistré, à différents moments, les dates de floraison du peuplier faux-tremble, un arbre très commun en Amérique du Nord. Des chercheurs de l'Université de l'Alberta ont comparé quatre de ces séries d'observations pour voir si les dates de floraison ont changé au cours du XX^e^ siècle.

La tendance vers une floraison hâtive coïncide avec le réchauffement du printemps dans les Prairies. Au cours du XX^e^ siècle, les températures quotidiennes maximales au printemps ont augmenté en moyenne de plus de 2 °C, et les minimums nocturnes ont augmenté encore plus. La ville d'Edmonton s'est réchauffée davantage que les campagnes avoisinantes, notamment parce qu'on y trouve moins d'espaces verts et davantage d'asphalte et d'édifices. Cependant, la floraison hâtive du peuplier faux-tremble à Edmonton peut également avoir été influencée par cet effet d'urbanisation.

Date de la première floraison du peuplier faux-tremble, Edmonton, Alberta



Source : *Adapté de Beaubien et Freeland, 2000.*

Le graphique montre la différence entre la date moyenne de première floraison du peuplier faux-tremble à Edmonton (la ligne zéro) et la date de floraison pour des années spécifiques entre 1901 et 1997. Pour le XX^e^ siècle, la floraison a été avancée d'environ 26 jours. Cette valeur est approximative, parce que les dates de floraison ne sont pas disponibles pour chaque année.

Un peuplier en pleine floraison.

Les printemps plus chauds permettent aux plantes de s'épanouir plus tôt dans la saison.

Chez les plantes, les principaux stades de développement sont le bourgeonnement, la feuillaison et la floraison qui sont déclenchés par les variations saisonnières de température, l'humidité atmosphérique et la quantité de lumière. Dans le sud du Canada, les plantes commencent à se développer rapidement lorsque les températures moyennes quotidiennes atteignent certains niveaux critiques et demeurent au-dessus de ceux-ci.

En conséquence, la période de développement des plantes varie d'une année à l'autre selon les conditions atmosphériques. L'arrivée précoce des températures chaudes accélère leur développement, alors que leur croissance ralentira si les temps chauds tardent à venir. À plus long terme, les changements observés pour la période de développement des plantes sont un bon indicateur des changements climatiques. Les agriculteurs, les grands éleveurs et les horticulteurs s'y intéressent particulièrement, car ces changements influencent leur façon de gérer les cultures, le bétail et les plantes de jardin.

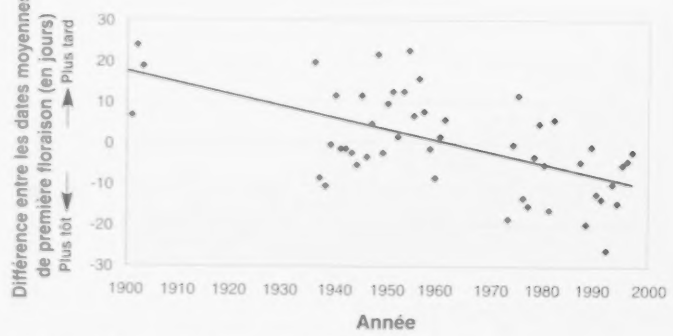
Dans bon nombre de régions du pays, l'évolution du climat s'est manifestée par un réchauffement précoce des températures au printemps, ce qui devrait favoriser la croissance de la plupart des plantes et en accélérer les étapes de développement comme le bourgeonnement et la floraison.

POINT DE MIRE : Edmonton

Au cours des 100 dernières années, des observateurs de la région d'Edmonton ont enregistré, à différents moments, les dates de floraison du peuplier faux-tremble, un arbre très commun en Amérique du Nord. Des chercheurs de l'Université de l'Alberta ont comparé quatre de ces séries d'observations pour voir si les dates de floraison ont changé au cours du XX^{e} siècle.

La tendance vers une floraison hâtive coïncide avec le réchauffement du printemps dans les Prairies. Au cours du XX^{e} siècle, les températures quotidiennes maximales au printemps ont augmenté en moyenne de plus de 2 °C, et les minimums nocturnes ont augmenté encore plus. La ville d'Edmonton s'est réchauffée davantage que les campagnes avoisinantes, notamment parce qu'on y trouve moins d'espaces verts et davantage d'asphalte et d'édifices. Cependant, la floraison hâtive du peuplier faux-tremble à Edmonton peut également avoir été influencée par cet « effet d'urbanisation ».

Date de la première floraison du peuplier faux-tremble, Edmonton, Alberta



Source : *Adapté de Beaubien et Freeland, 2000.*

Le graphique montre la différence entre la date moyenne de première floraison du peuplier faux-tremble à Edmonton (la ligne zéro) et la date de floraison pour des années spécifiques entre 1901 et 1997. Pour le XX^{e} siècle, la floraison a été avancée d'environ 26 jours. Cette valeur est approximative, parce que les dates de floraison ne sont pas disponibles pour chaque année.

Un peuplier en pleine floraison.

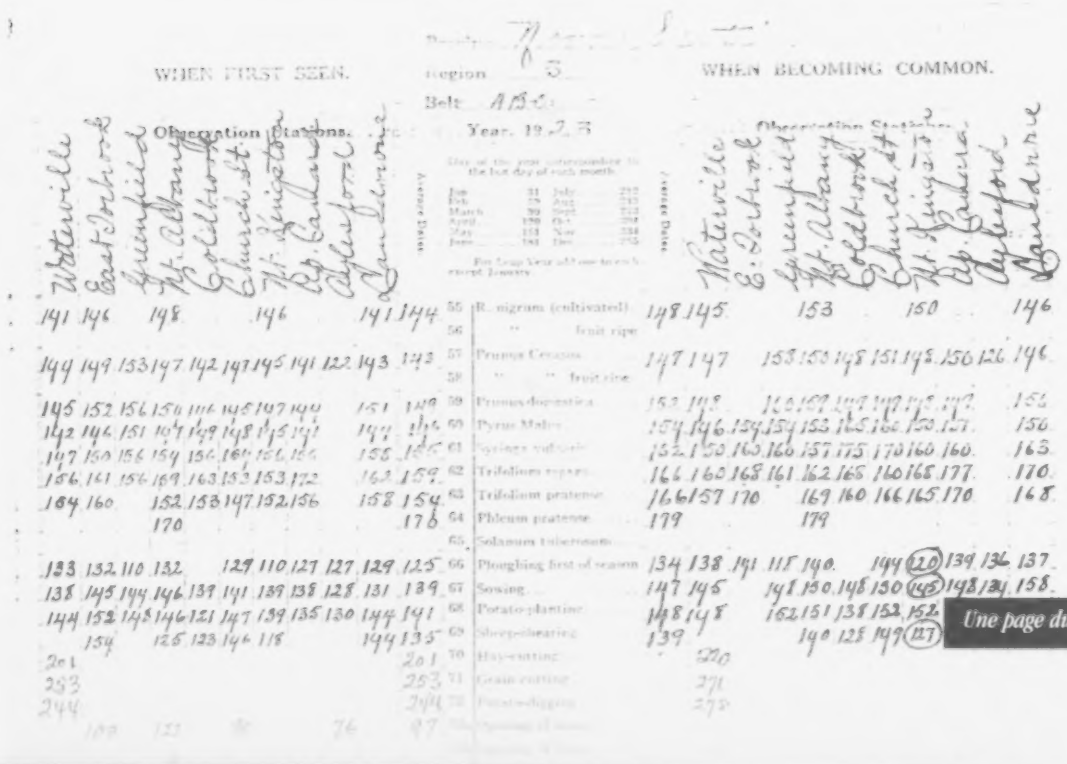
La plupart des études consacrées au développement des plantes au Canada portent sur des périodes d'environ 20 ans ou moins. Leurs résultats, ainsi que ceux des quelques études à long terme disponibles, corroborent néanmoins ce qu'on a relevé à Edmonton : la plupart des plantes atteignent les principaux stades de leur développement plus tôt au printemps. Depuis 1937, par exemple, la date moyenne de pleine floraison des pommiers McIntosh à Summerland, en Colombie-Britannique, est plus hâtive d'environ 5 jours. De façon similaire, la date moyenne de feuillaison des lilas aux États-Unis et dans le sud du Canada est plus hâtive de 5 à 6 jours pour la période allant de 1959 à 1993. En Europe, où l'on a enregistré plus de données sur de plus longues périodes, la tendance est encore plus marquée. Les satellites montrent également un verdissement plus hâtif de l'hémisphère Nord. Les forêts septentrionales sont maintenant en feuillaison plusieurs jours plus tôt et perdent leurs feuilles plusieurs jours plus tard qu'au début des années 1980.

Ces changements pourraient avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes, l'agriculture et la santé humaine. Un développement précoce signifie une saison de croissance plus longue, ce qui donne la possibilité de cultiver de nouvelles plantes et d'améliorer le rendement des exploitations agricoles. Cependant, la présence d'insectes vecteurs de maladies et mangeurs de récoltes pourrait devenir plus problématique étant donné que leur reproduction et leur croissance sont également influencées par la température. De plus, la période du rhume des foins pourrait commencer plus tôt. Des rapports écologiques complexes pourraient également être perturbés si des espèces en interaction, tels les plantes et les insectes qui les pollinisent, ou encore les oiseaux et les insectes qu'ils mangent, réagissent différemment aux changements climatiques.

LE PROJET « MILLE REGARDS » EN NOUVELLE-ÉCOSSE

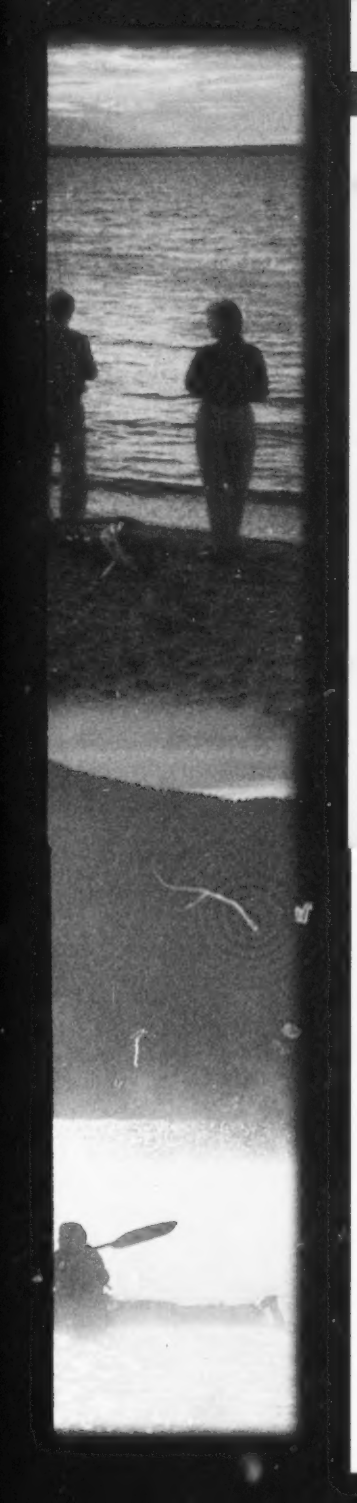
Entre 1900 et 1923, des centaines d'élèves de la Nouvelle-Écosse ont participé à un projet qui consistait à enregistrer plus de 200 événements naturels saisonniers. Il s'agissait d'une idée originale du Dr Alexander MacKay, un éducateur et naturaliste innovateur, qui fut directeur général des écoles de la province. Les élèves ont enregistré des événements aussi variés que la floraison des plantes, l'éclosion des papillons, le retour d'oiseaux migrateurs et l'occurrence des orages. Leurs observations ont été envoyées au Dr MacKay et inscrites à la main dans de grands registres qui constituent maintenant un relevé d'une inestimable valeur sur les comportements saisonniers des espèces sauvages au début du XXe siècle.

Cent ans plus tard, l'initiative du Dr MacKay a été reprise sous le nom de Projet « Mille regards ». Une fois de plus, des étudiants observent et enregistrent des phénomènes naturels, bien que cette fois-ci d'autres Néo-Écossais peuvent également participer. Les ordinateurs sont également mis à contribution, et grâce à un site Web interactif, on coordonne les activités et on rassemble les observations pour en faire un compte rendu. Au fur et à mesure que les observations s'accumuleront, il sera possible de comparer les résultats obtenus de nos jours à ceux qui ont été relevés il y a 100 ans. À l'aide de ces comparaisons, les scientifiques espèrent obtenir de nouvelles informations sur l'évolution du climat en Nouvelle-Écosse et sur ses effets sur la nature.



Une page du grand livre du Dr MacKay, 1923.

LES GENS



Le climat influe grandement sur les gens et leurs activités. Notre gagne-pain, la construction de nos maisons, le développement de nos collectivités, l'organisation de nos temps libres, par exemple, sont des activités tributaires du climat dans lequel nous vivons.

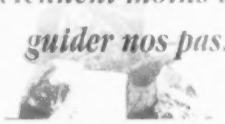
Distinguer parmi toutes les influences possibles, celle du climat sur les écosystèmes naturels n'est pas toujours aisé, et ce n'est guère plus simple en ce qui a trait aux activités humaines. De plus, à la différence des autres espèces, nous les humains sommes davantage capables de minimiser les effets du climat en ayant recours à la technologie et en modifiant notre comportement.

Les six indicateurs suivants permettent de porter un regard sur certains des effets que peut avoir l'évolution du climat sur la vie quotidienne des Canadiens et des Canadiennes.

- Les modes de vie traditionnels
- Les sécheresses
- Le niveau des eaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent
- La longueur des saisons avec et sans gel
- Les besoins de chauffage et de climatisation
- Les phénomènes météorologiques extrêmes

À mesure qu'ils seront informés de l'évolution du climat, les Canadiens voudront peut-être en savoir plus sur ses effets économiques potentiels. Par exemple, comment les changements climatiques pourraient-ils influencer les saisons de navigation, les techniques de construction, le secteur des assurances et l'industrie touristique? Les Canadiens pourraient également vouloir tenir compte de l'évolution du climat dans l'évaluation des conséquences possibles sur la santé et la société en général, de phénomènes comme la propagation des maladies transmises par les insectes, les traumatismes causés par la chaleur et le froid extrêmes, ainsi que les accidents de la route liés aux conditions météorologiques.

Les enseignements ancestraux parviennent moins bien à guider nos pas.



l'ouest du Nunavut

La baie du Couronnement se trouve sur les rivages de l'océan Arctique, vis-à-vis de la frontière entre l'Alberta et la Saskatchewan. Cette baie ainsi que la baie de Bathurst, à l'est, constituent le cœur d'une région connue sous le nom de Kitikmeot Ouest. C'est là le domaine naturel de la harde de caribous de Bathurst, dont l'habitat s'étend jusque dans les Territoires du Nord-Ouest.

Au cours des dernières années, les Inuits de Kitikmeot ont remarqué des changements considérables dans leur environnement et dans le climat local. Les hivers se sont adoucis et les étés, réchauffés. Les glaces de mer et de lac fondent plus tôt au printemps. La prise de la glace – qui se produisait en août ou en septembre il y a quelques dizaines d'années à peine – survient maintenant généralement en octobre ou en novembre. Le temps est aussi devenu moins stable, et les températures en dents de scie, synonymes d'épisodes répétés de gel et de dégel, sont de plus en plus fréquentes. Ces variations climatiques compliquent la prévision des conditions météorologiques et celle de l'état des glaces, ce qui augmente les difficultés et le danger pour les chasseurs et les autres voyageurs, sur terre comme sur glace.

L'évolution du climat a aussi touché la flore et la faune. La végétation estivale est plus abondante, et des oiseaux ainsi que des animaux rarement vus auparavant sont observés plus fréquemment. Parce que les Inuits de Kitikmeot tirent une bonne partie de leur nourriture de la pêche et de la chasse, notamment de la chasse aux phoques, ils sont touchés par tous ces changements.

Ils s'inquiètent tout particulièrement pour le caribou. La végétation plus abondante peut nourrir des hardes plus importantes, mais les étés plus chauds leur imposent davantage de stress et, au printemps, l'apparition rapide de vastes étendues d'eau libre les force à modifier leurs routes migratoires. Laissant une épaisse couche de glace que les caribous n'arrivent pas à percer pour atteindre la végétation, les cycles répétés de gel-dégel de la couverture de neige peuvent causer des famines. Une glace trop mince peut aussi avoir des conséquences désastreuses. En 1996, alors qu'ils voyageaient dans la région de la baie du Couronnement, deux motoneigistes se sont soudainement trouvés en présence de centaines de panaches qui émergeaient de la glace – cette « forêt de panaches » marquait le lieu d'une noyade massive de caribous.

Une harde de caribous traversant une étendue d'eau.

Les enseignements ancestraux parviennent moins bien à guider nos pas.

Beaucoup de Canadiens et de Canadiennes vivent en étroite relation avec la terre. C'est particulièrement vrai pour les collectivités autochtones. La chasse, la pêche et la cueillette de plantes et de baies comestibles sont pour elles des sources essentielles d'approvisionnement et représentent une part importante de leur culture. Les peuples autochtones ont accumulé un vaste savoir sur le climat et l'influence qu'il exerce sur leurs activités traditionnelles et l'environnement dans lequel s'intègrent ces activités.

Cependant, dans le Nord le climat change, et plus rapidement que presque partout ailleurs au Canada. L'approvisionnement en eau douce, en végétaux et en gibier, ainsi que l'état de la glace et du sol comptent parmi les nombreux éléments touchés par ces changements. Et les peuples autochtones trouvent plus difficile de s'appuyer sur les connaissances et les pratiques ancestrales auxquelles, de tout temps, ils ont eu recours pour survivre dans cette région dominée par le gel durant plus de la moitié de l'année.

POINT DE MIRE : l'ouest du Nunavut

La baie du Couronnement se trouve sur les rivages de l'océan Arctique, vis-à-vis de la frontière entre l'Alberta et la Saskatchewan. Cette baie ainsi que la baie de Bathurst, à l'est, constituent le cœur d'une région connue sous le nom de Kitikmeot Ouest. C'est là le domaine naturel de la harde de caribous de Bathurst, dont l'habitat s'étend jusque dans les Territoires du Nord-Ouest.

Au cours des dernières années, les Inuits de Kitikmeot ont remarqué des changements considérables dans leur environnement et dans le climat local. Les hivers se sont adoucis et les étés, réchauffés. Les glaces de mer et de lac fondent plus tôt au printemps. La prise de la glace – qui se produisait en août ou en septembre il y a quelques dizaines d'années à peine – survient maintenant généralement en octobre ou en novembre. Le temps est aussi devenu moins stable, et les températures en dents de scie, synonymes d'épisodes répétés de gel et de dégel, sont de plus en plus fréquentes. Ces variations climatiques compliquent la prévision des conditions météorologiques et celle de l'état des glaces, ce qui augmente les difficultés et le danger pour les chasseurs et les autres voyageurs, sur terre comme sur glace.

L'évolution du climat a aussi touché la flore et la faune. La végétation estivale est plus abondante, et des oiseaux ainsi que des animaux rarement vus auparavant sont observés plus fréquemment. Parce que les Inuits de Kitikmeot tirent une bonne partie de leur nourriture de la pêche et de la chasse, notamment de la chasse aux phoques, ils sont touchés par tous ces changements.

Ils s'inquiètent tout particulièrement pour le caribou. La végétation plus abondante peut nourrir des hardes plus importantes, mais les étés plus chauds leur imposent davantage de stress et, au printemps, l'apparition rapide de vastes étendues d'eau libre les force à modifier leurs routes migratoires. Laissant une épaisse couche de glace que les caribous n'arrivent pas à percer pour atteindre la végétation, les cycles répétés de gel-dégel de la couverture de neige peuvent causer des famines. Une glace trop mince peut aussi avoir des conséquences désastreuses. En 1996, alors qu'ils voyageaient dans la région de la baie du Couronnement, deux motoneigistes se sont soudainement trouvés en présence de centaines de panaches qui émergeaient de la glace – cette « forêt de panaches » marquait le lieu d'une noyade massive de caribous.

Une harde de caribous traversant une étendue d'eau.

Dans toutes les régions arctiques et subarctiques du Canada, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure, et de nombreuses collectivités enregistrent maintenant leurs observations sur les effets de ces changements sur leur environnement et leur mode de vie. Du Yukon jusqu'au centre du Nunavut, la plupart des observateurs locaux s'entendent sur le fait que le climat se réchauffe. Dans la partie est du Nunavut, toutefois, les opinions sont partagées : certains disent que le climat se réchauffe alors que d'autres affirment qu'il se refroidit. Par ailleurs, au Nunavik, dans le nord du Québec, les habitants rapportent des étés plus chauds, mais davantage d'épisodes de froid extrême en hiver. Dans le Nordlabrador, on perçoit aussi un réchauffement général. Tous conviennent cependant que le temps est devenu plus variable, plus sujet aux tempêtes et plus difficile à prévoir.

De façon générale, ces observations concordent avec les tendances enregistrées par les scientifiques, même si les données de ces derniers montrent une tendance plus marquée vers le refroidissement dans l'est de l'Arctique que ne le font les registres des observateurs locaux, qui ont peut-être accordé plus d'importance aux épisodes de chaleur inhabituels des dernières années. Pour leur part, les tendances dégagées par les scientifiques couvrent 50 ans et comptent davantage d'années froides. Mais tout ça semble être en train de changer. À tout le moins, certaines régions du nord du Québec se réchaufferaient depuis la seconde moitié des années 1990.

À cause de l'évolution du climat, des environnements bien connus deviennent moins familiers. Tout comme dans la région de Kitikmeot, les habitants de la plupart des régions du Nord remarquent maintenant la présence d'oiseaux, de poissons et d'animaux qu'ils ne rencontraient pas auparavant. Ils notent également la plus grande fréquence de conditions météorologiques inhabituelles et davantage de tempêtes. Auparavant très rares dans le Nord, le tonnerre et les éclairs se manifestent désormais plus souvent et, en 2001, le delta du Mackenzie a connu son tout premier avertissement de tornade.

Dans les régions côtières, les gens ne peuvent plus chasser, ni pêcher ou voyager sur la banquise aussi souvent ni aussi longtemps qu'ils en avaient l'habitude, et l'amincissement de la glace rend ces activités plus dangereuses. Le régime des vents étant changeant, suivre la direction des bancs de neige – comme toutes les autres techniques traditionnelles de navigation – devient plus difficile. La survie sur la banquise aussi est plus ardue, car souvent les vents plus forts durcissent trop la neige et la rendent impropre à la construction des igloos. Obtenir de l'eau potable en faisant fondre la glace de mer est aussi plus problématique : la glace vieille de deux étés ou plus, composée principalement d'eau douce, est plus rare, et la nouvelle, qui est plus abondante, est plus salée. À l'intérieur des terres, des problèmes comme la fonte du pergélisol (couche de sol ou de roches, dans laquelle la température est inférieure à 0 °C à l'année) et l'assèchement des lacs et des rivières compliquent, à certains endroits, la tâche déjà laborieuse de la pose des pièges ou des déplacements vers les lieux de chasse et de pêche.

Les habitants du Nord s'adaptent à ces changements de diverses manières : ils décalent les saisons de chasse et de pêche, fréquentent des territoires différents, récoltent d'autres types de poissons ou de gibier et sont plus prudents lorsqu'ils se déplacent sur la glace. Certains changements comportent aussi des avantages. Les hivers extrêmement durs sont maintenant moins courants, et il est possible de passer plus de temps sur la terre ferme en été. Pour les habitants du Nord, la plus grande menace est toutefois celle qui plane sur leur mode de vie, depuis toujours fondé sur une étroite relation avec le rigoureux climat polaire et intimement lié à l'identité de leurs collectivités.

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : L'EXPÉRIENCE DES HABITANTS DU NORD

« Parce que le temps est trop changeant, c'est difficile pour les gens de se rendre dans les zones éloignées. Il n'y a pas beaucoup de pergélisol, et le sol est trop mou sous la neige. Habituellement, le sol fait entendre des craquements lorsqu'il fait très froid, mais nous n'entendons plus ces bruits maintenant. »

Shirley Kakfwi (Old Crow, Yuk.)
Arctic Borderlands Ecological Knowledge Co-op, 2000-2001

« [Mon] frère chassait le phoque un jour et il a dit : Sœurette, viens voir ça. La glace s'amincit. Ce n'est pas encore le printemps et elle s'amincit déjà. »

C. Nalvana (Ikaluktuuttiak, Nunavut)
Projet Tuktu et Notak, 1999

« Dans l'ancien temps, les aînés pouvaient prévoir le temps et ils avaient toujours raison. Mais aujourd'hui, lorsqu'ils essaient de savoir le temps qu'il fera, c'est toujours différent. Le temps est vraiment imprévisible de nos jours. »

Z. Aqqiaruq (Igloolik, T. N.-O.)
Entrevue réalisée par S. Fox et R. Irngaut, Igloolik, 2000

« La neige a fondu en avril. D'habitude, la neige reste jusqu'en juin et elle donne de l'eau à la terre. »

Un résident (d'Aklavik, T. N.-O.)
Arctic Borderlands Ecological Knowledge Co-op, 1998-1999

« On peut presque passer à pied là où étaient certains lacs et étangs auparavant. Toutes les tourbières et tous les marécages sont en train de s'assécher. »

Un résidant (de Nain, Labrador)
Projet sur la santé et le changement climatique au Nunavik et au Labrador, 2000-2001

« Avant, nous n'avions pas de calendrier, alors nous observions la nidification des oiseaux. Lorsqu'ils pouvaient voler, c'était le temps de commencer la chasse au caribou, pour la viande et les peaux. Mais maintenant, au mois d'août, on ne peut pas faire nos réserves de viande de caribou, car il fait trop chaud. »

Eugene Niviatsiak (Baker Lake, Nunavut)
Tiré de : Les connaissances inuit de l'évolution du climat.

« Le vent souffle beaucoup plus fort, et lorsque le vent souffle aussi fort, il durcit la neige... tellement qu'elle devient presque comme de la glace et elle n'est pas bonne. C'est impossible d'en faire des igloos. »

M. Agigaaq (Baker Lake, T. N.-O.)
Entrevue réalisée par S. Fox et M. Kaluraq, Baker Lake, 2001

« Nous savions en quelle saison une chose allait se produire... En nous fiant à nos connaissances ancestrales, nous savions ce qui allait arriver et quand, mais on ne peut plus le prévoir aujourd'hui. »

Donald Uluadluaq (Arviat, Nunavut)
Tiré de : Les connaissances inuit de l'évolution du climat.

« Ça fait peut-être 20 ans que nous avons vu des pistes de castor dans la baie pour la première fois. Nous ne savions pas ce que c'était. »

Un résidant (de Nain, Labrador)
Projet sur la santé et le changement climatique au Nunavik et au Labrador, 2000-2001

La sécheresse devient-elle plus fréquente? Il est trop tôt pour le dire.

Pour les agriculteurs, la sécheresse est synonyme de pertes économiques : récoltes médiocres, augmentation des dégâts causés par des insectes ravageurs, risque plus important d'érosion du sol par le vent et nécessité de vendre des troupeaux qui ne peuvent être abreuvés ni nourris. Cependant, la sécheresse peut également avoir plusieurs autres répercussions : restriction de l'utilisation de l'eau dans les villes, diminution de la qualité de l'eau, hausse du prix des aliments, réduction de la capacité de production des barrages hydroélectriques, augmentation des feux de forêt, assèchement des zones humides et stress accru pour les poissons et la sauvagine.

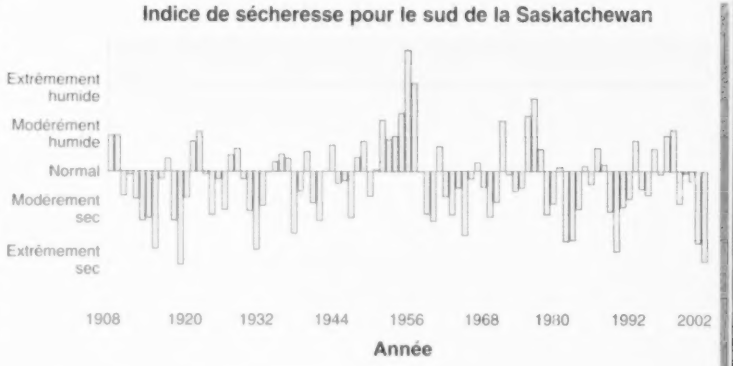
Bien qu'il soit probable qu'un réchauffement de la planète occasionne, dans l'ensemble, plus de précipitations, les sécheresses pourraient devenir plus fréquentes ou s'aggraver à cause des changements climatiques. Mais pourquoi? Parce que dans certaines régions, des températures élevées associées à une saison chaude prolongée pourraient favoriser une perte d'humidité par évaporation, qui dépasserait les gains réalisés par l'augmentation des précipitations.
De plus, des changements de la circulation atmosphérique pourraient avoir pour résultat que certains endroits reçoivent moins de pluie qu'avant, tandis que d'autres en recevraient plus. Il pourrait aussi arriver que moins de pluie tombe durant la saison de croissance (quand cela est nécessaire) et plus au cours de la saison des récoltes (quand ça ne l'est pas).

POINT DE MIRE : les Prairies

Au Canada, les Prairies sont l'une des régions les plus sujettes à la sécheresse. Le climat y a d'ailleurs changé davantage que dans la plupart des autres régions au cours du dernier siècle. C'est donc dans cette région que l'on s'attend à détecter les premiers indices de sécheresses plus fréquentes ou plus graves.

Toutefois, les données climatiques disponibles pour les Prairies ne permettent pas de conclure que les sécheresses sont devenues plus fréquentes que par le passé. De plus, rien n'indique jusqu'à présent qu'elles soient plus graves. Par exemple, des sécheresses survenues il y a 3 à 4 milliers d'années semblent avoir été pires que toutes celles des temps modernes.

Les sécheresses les plus récentes observées dans les Prairies ont néanmoins été très graves. En fait, dans certaines régions, les années 2001 et 2002 ont été plus sèches que les années de grande sécheresse de la décennie 1930. À cette époque, les Prairies avaient été dévastées par la sécheresse la plus destructrice de l'histoire du Canada.



Source : *Adapté de R. Hopkinson, Environnement Canada*

Le graphique montre que plusieurs épisodes de sécheresse sont survenus dans la région durant les derniers 100 ans, mais il n'indique aucune tendance claire à l'effet que les sécheresses sont devenues plus fréquentes ou plus graves.

Outre les Prairies, les régions les plus touchées par la sécheresse au Canada sont le sud de l'Ontario et l'intérieur de la Colombie-Britannique. Les sécheresses touchent également l'est du pays, mais elles n'y sont pas aussi fréquentes et ne durent pas aussi longtemps.

Bien que, de façon générale, les précipitations aient augmenté au Canada au cours du XX^{e} siècle, certains signes indiquent que le temps très sec est devenu plus fréquent. Ainsi, pendant la deuxième moitié du siècle, l'ensemble du pays a connu plus d'épisodes de temps estival extrêmement sec que pendant la première – mais sans qu'il s'agisse nécessairement d'une véritable sécheresse. Depuis les années 1960, une grande partie du pays a également connu des conditions atmosphériques printanières exceptionnellement chaudes et sèches. Deux des sécheresses les plus graves et les plus étendues de l'histoire canadienne se sont produites au cours des 15 dernières années. La sécheresse de 1988 a touché l'Ontario, le Québec, l'intérieur de la Colombie-Britannique et les Prairies, tandis que celle de 2001 s'est fait sentir dans presque tout le sud du Canada et s'est poursuivie, en 2002, dans le centre et le nord des Prairies.

Ces épisodes récents indiqueraient-ils le début d'un changement vers un climat plus propice aux sécheresses? Peut-être. Mais il faudra plus de temps pour voir si les caractéristiques de sécheresse du Canada sont vraiment en train de changer.

LA SÉCHERESSE DE 2001

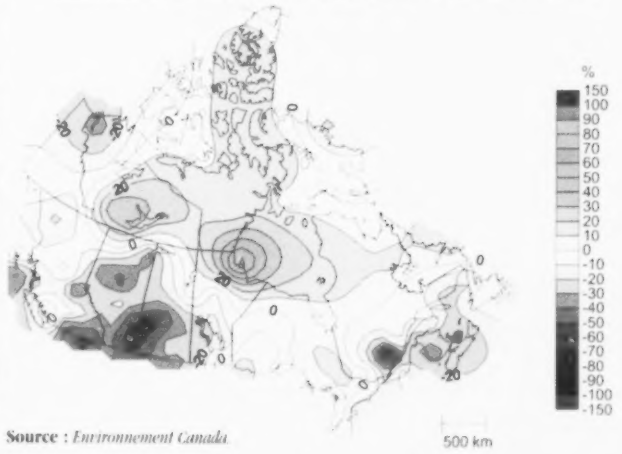
La sécheresse de 2001 a été une des plus intenses et des plus étendues de l'histoire du Canada, touchant presque toutes les régions agricoles du pays. Comme ce fut le cas si souvent auparavant, elle a frappé plus sévèrement les Prairies, où la production de blé et de canola a diminué de 43 % comparativement à l'année précédente.

Dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent, l'été 2001 fut le plus sec des 54 dernières années. La station météorologique de Dorval à Montréal a enregistré un premier record pour le mois d'avril le plus sec, et un autre pour un épisode de 35 jours consécutifs sans pluie au cours de l'été. Le Canada atlantique a connu au même moment un quatrième été sec en cinq ans, et Charlottetown et Moncton ont enregistré des records pour les mois de juillet et d'août les plus secs. En revanche, la plupart des régions de la Colombie-Britannique ont connu un été plus pluvieux que la normale, tandis que la côte et l'intérieur sud de la province avaient reçu, pendant l'hiver précédent, seulement la moitié des précipitations moyennes.

Bien qu'en 2002 les conditions soient revenues à la normale partout ailleurs au pays, la sécheresse a persisté dans plusieurs régions dans le centre et le nord de l'Alberta et de la Saskatchewan. La perte de la récolte de foin a forcé plusieurs agriculteurs à se départir de leurs troupeaux. D'autres ont eu la chance de bénéficier de l'aide des agriculteurs de l'Est qui leur ont envoyé leurs surplus de foin. La récolte de blé tendre a alors été la plus maigre en 28 ans, et la production d'orge a atteint son niveau le plus bas en 34 ans. La situation du canola n'était guère mieux, car le rendement a chuté de 35 % sous le niveau déjà faible de l'année précédente.

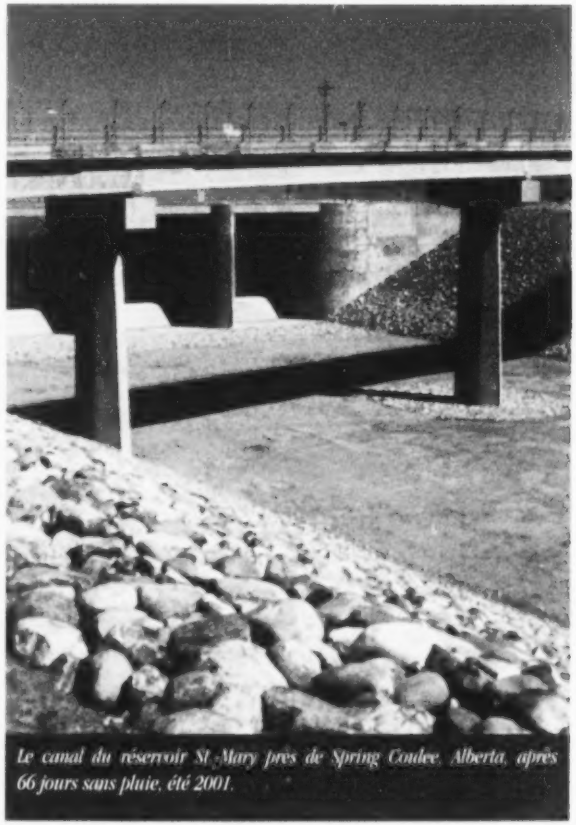
Les agriculteurs ont été plus directement touchés, mais les répercussions se sont fait sentir dans tous les secteurs de l'économie – depuis les commerçants des petites villes desservant les collectivités agricoles à court d'argent, jusqu'aux consommateurs qui, dans tout le pays, paient des prix plus élevés dans les supermarchés.

Différences par rapport aux précipitations normales, 2001



Source : *Environnement Canada*

En 2001, les quantités totales de précipitations de pluie et de neige étaient sous la normale dans la majeure partie du Canada. Au cours de l'été, des conditions sèches ont touché presque toutes les régions agricoles du pays.



Le canal du réservoir St. Mary près de Spring Coulee, Alberta, après 66 jours sans pluie, été 2001.

Outre les Prairies, les régions les plus touchées par la sécheresse au Canada sont le sud de l'Ontario et l'intérieur de la Colombie-Britannique. Les sécheresses touchent également l'est du pays, mais elles n'y sont pas aussi fréquentes et ne durent pas aussi longtemps.

Bien que, de façon générale, les précipitations aient augmenté au Canada au cours du XX^e^ siècle, certains signes indiquent que le temps très sec est devenu plus fréquent. Ainsi, pendant la deuxième moitié du siècle, l'ensemble du pays a connu plus d'épisodes de temps estival extrêmement sec que pendant la première – mais sans qu'il s'agisse nécessairement d'une véritable sécheresse. Depuis les années 1960, une grande partie du pays a également connu des conditions atmosphériques printanières exceptionnellement chaudes et sèches. Deux des sécheresses les plus graves et les plus étendues de l'histoire canadienne se sont produites au cours des 15 dernières années. La sécheresse de 1988 a touché l'Ontario, le Québec, l'intérieur de la Colombie-Britannique et les Prairies, tandis que celle de 2001 s'est fait sentir dans presque tout le sud du Canada et s'est poursuivie, en 2002, dans le centre et le nord des Prairies.

Ces épisodes récents indiqueraient-ils le début d'un changement vers un climat plus propice aux sécheresses? Peut-être. Mais il faudra plus de temps pour voir si les caractéristiques de sécheresse du Canada sont vraiment en train de changer.

LA SÉCHERESSE DE 2001

La sécheresse de 2001 a été une des plus intenses et des plus étendues de l'histoire du Canada, touchant presque toutes les régions agricoles du pays. Comme ce fut le cas si souvent auparavant, elle a frappé plus sévèrement les Prairies, où la production de blé et de canola a diminué de 43 % comparativement à l'année précédente.

Dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent, l'été 2001 fut le plus sec des 54 dernières années. La station météorologique de Dorval à Montréal a enregistré un premier record pour le mois d'avril le plus sec, et un autre pour un épisode de 35 jours consécutifs sans pluie au cours de l'été. Le Canada atlantique a connu au même moment un quatrième été sec en cinq ans, et Charlottetown et Moncton ont enregistré des records pour les mois de juillet et d'août les plus secs. En revanche, la plupart des régions de la Colombie-Britannique ont connu un été plus pluvieux que la normale, tandis que la côte et l'intérieur sud de la province avaient reçu, pendant l'hiver précédent, seulement la moitié des précipitations moyennes.

Bien qu'en 2002 les conditions soient revenues à la normale partout ailleurs au pays, la sécheresse a persisté dans plusieurs régions dans le centre et le nord de l'Alberta et de la Saskatchewan. La perte de la récolte de foin a forcé plusieurs agriculteurs à se départir de leurs troupeaux. D'autres ont eu la chance de bénéficier de l'aide des agriculteurs de l'Est qui leur ont envoyé leurs surplus de foin. La récolte de blé fendre a alors été la plus maigre en 28 ans, et la production d'orge a atteint son niveau le plus bas en 34 ans. La situation du canola n'était guère mieux, car le rendement a chuté de 35 % sous le niveau déjà faible de l'année précédente.

Les agriculteurs ont été plus directement touchés, mais les répercussions se sont fait sentir dans tous les secteurs de l'économie – depuis les commerçants des petites villes desservant les collectivités agricoles à court d'argent, jusqu'aux consommateurs qui, dans tout le pays, paient des prix plus élevés dans les supermarchés.

Différences par rapport aux précipitations normales, 2001

Source : Environnement Canada

En 2001, les quantités totales de précipitations de pluie et de neige étaient sous la normale dans la majeure partie du Canada. Au cours de l'été, des conditions sèches ont touché presque toutes les régions agricoles du pays.

Le canal du réservoir St.-Mary près de Spring Coulee, Alberta, après 66 jours sans pluie, été 2001.

LE NIVEAU DES EAUX DES GRANDS LACS ET DU SAINT-LAURENT

Les baisses récentes du niveau des lacs indiquent-elles une nouvelle tendance, ou relèvent-elles d'un cycle naturel?

Le niveau des eaux des Grands Lacs résulte de l'équilibre entre l'eau qui y pénètre et l'eau qui s'en échappe. D'une part, l'eau provient de rivières, des précipitations, de la fonte des neiges et du ruissellement; d'autre part, elle se déverse dans d'autres rivières, s'évapore dans l'atmosphère et sert à la consommation humaine. Les variations saisonnières et annuelles influent temporairement sur le niveau des eaux, mais les changements climatiques pourraient engendrer des modifications permanentes.

Dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent, l'évolution du climat a généré davantage de précipitations, mais leur apport en eau a été contrebalancé par l'intensification de l'évaporation, qui a été favorisée par une hausse des températures, le prolongement de la saison chaude et le raccourcissement de la saison avec gel. Si l'augmentation des précipitations et de l'évaporation s'équilibrent l'une l'autre, il est possible que les changements climatiques n'aient que peu d'effets sur le niveau des eaux. Par contre, on craint que le réchauffement se poursuive, ce qui occasionnerait davantage d'évaporation que de précipitations. Le niveau des eaux pourrait alors, au fil du temps, baisser de façon préoccupante.

Une baisse importante du niveau des lacs pourrait nuire à la production hydroélectrique, forcer les navires à réduire le poids de leurs cargaisons, obliger les propriétaires de chalets à déplacer leurs quais, leurs hangars à bateaux et leurs prises d'eau, et provoquer le rétrécissement ou l'assèchement des marécages, qui sont d'importantes sources de nourriture ainsi que des aires de reproduction pour les poissons et la sauvagine. Des travaux majeurs de dragage des canaux seraient nécessaires pour maintenir possible la navigation commerciale sur les rivières reliant les lacs Huron et Érié. De plus, le fleuve Saint-Laurent en aval de Montréal pourrait être complètement transformé par le dragage de chenaux et l'ajout d'écluses et de barrages nécessaires au passage de navires de fort tonnage.

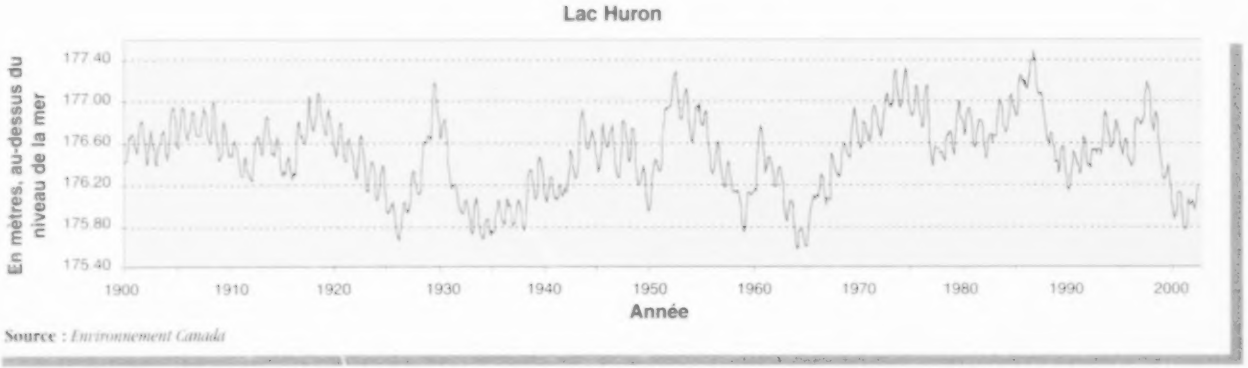
POINT DE MIRE : le lac Huron

Situé au milieu du système des Grands Lacs, le lac Huron est peut-être celui qui convient le mieux comme indicateur des effets des changements climatiques sur le niveau des eaux. L'action des forces naturelles s'y reflète de façon plus réaliste que dans les lacs Supérieur ou Ontario, dont les niveaux font l'objet d'un contrôle réglementé conjointement par les autorités canadiennes et américaines.

Au cours des 100 dernières années, le niveau des eaux du lac Huron n'a pas montré de tendance soutenue : il a plutôt connu des phases de hausse et de baisse alternant de façon irrégulière sur des périodes de quelques dizaines d'années.

Des niveaux très bas ont été enregistrés au milieu des années 1960, alors que la plus longue période de bas niveaux est survenue dans les années 1930, qui furent marquées par des temps chauds et secs. Dans les années 1970 et 1980, et pendant une bonne partie des années 1990, le niveau des eaux était au-dessus de la moyenne à long terme.

Toutefois, on a remarqué à la fin des années 1990, des baisses semblables à celles des années 1960. Mais il n'est pas encore possible de savoir si ces changements marquent le début d'une tendance à long terme ou s'il s'agit simplement d'une autre phase du cycle baisse-élévation.



Source : *Environnement Canada*

Le graphique illustre les changements survenus dans la moyenne mensuelle du niveau du lac Huron, entre 1900 et 2002. Le niveau est indiqué en nombre de mètres au-dessus du niveau de la mer. Bien que le niveau des eaux ait varié considérablement d'une décennie à l'autre, aucun changement à long terme n'a encore été détecté.

Le niveau des eaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent subit, dans une certaine mesure, l'influence du climat local et celle des conditions de drainage. Il ne fluctue donc pas toujours exactement de la même manière. Cependant, le tableau des variations à long terme présenté pour le lac Huron est assez représentatif du système dans son ensemble. Au cours du XX^e^ siècle, le niveau des eaux des Grands Lacs a varié d'environ 1,8 mètre, mais aucune tendance à long terme n'a pu être décelée pour ces lacs ni pour le Saint-Laurent. Les faibles variations de température dans la région, environ 0,5 °C en 100 ans, pourraient expliquer pourquoi aucun changement n'est encore apparu.

Néanmoins, on continue de s'inquiéter des niveaux peu élevés, surtout en raison de leurs conséquences économiques potentielles. Entre 1988 et 1991, par exemple, alors que le niveau d'eau à Montréal était de 30 cm sous la moyenne, le tonnage de marchandises transitant par le port a diminué de 15 %.

LES BAS NIVEAUX DES DERNIÈRES ANNÉES INQUIÈTENT...

Après presque trois décennies de niveaux élevés, leur baisse rapide à la fin des années 1990 en a étonné plusieurs. Dès 1999, les niveaux des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent étaient inférieurs à leur moyenne à long terme, et le système avait perdu une quantité d'eau équivalant au débit des chutes Niagara pendant près de deux ans et demi.

En dépit des précipitations printanières et estivales supérieures à la moyenne, les niveaux ont continué à baisser en 2000. Les propriétaires de chalets ont retrouvé leurs quais sur la terre ferme, et les propriétaires de marinas ont dû avoir recours au dragage pour poursuivre leurs activités. Les bateaux ont dû réduire le poids de leurs cargaisons afin de pouvoir emprunter des canaux et des chenaux de faible profondeur, et la production hydroélectrique a chuté substantiellement, tant à Niagara qu'à Sault-Sainte-Marie.

L'année suivante n'a pas vraiment été meilleure. Se situant à 95 cm sous sa moyenne en août 2001, le niveau d'eau dans le port de Montréal a atteint un nouveau record. À la fin d'octobre, de forts vents sur le lac Érié ont repoussé un important volume d'eau vers son extrémité est. Ce phénomène temporaire a fait chuter les niveaux déjà très bas de 1,5 mètre de plus à l'extrémité ouest du lac ainsi que dans les rivières Détroit et Sainte-Claire. Cette baisse a rendu infranchissable le passage entre les lacs Érié et Huron et, pendant deux jours, la navigation de fort tonnage y a été interrompue jusqu'à ce que le niveau des eaux remonte.

L'Atlantic Huron traverse le canal de Welland. À chaque fois que le niveau de l'eau baisse de 2,5 cm, un bateau comme celui-ci doit réduire sa cargaison de 100 tonnes pour franchir les canaux reliant les Grands Lacs inférieurs.

Les baisses récentes du niveau des lacs indiquent-elles une nouvelle tendance, ou relèvent-elles d'un cycle naturel?

le lac Huron

Situé au milieu du système des Grands Lacs, le lac Huron est peut-être celui qui convient le mieux comme indicateur des effets des changements climatiques sur le niveau des eaux. L'action des forces naturelles s'y reflète de façon plus réaliste que dans les lacs Supérieur ou Ontario, dont les niveaux font l'objet d'un contrôle réglementé conjointement par les autorités canadiennes et américaines.

Au cours des 100 dernières années, le niveau des eaux du lac Huron n'a pas montré de tendance soutenue – il a plutôt connu des phases de hausse et de baisse alternant de façon irrégulière sur des périodes de quelques dizaines d'années.

Des niveaux très bas ont été enregistrés au milieu des années 1960, alors que la plus longue période de bas niveaux est survenue dans les années 1930, qui furent marquées par des temps chauds et secs. Dans les années 1970 et 1980, et pendant une bonne partie des années 1990, le niveau des eaux était au-dessus de la moyenne à long terme.

Toutefois, on a remarqué à la fin des années 1990, des baisses semblables à celles des années 1960. Mais il n'est pas encore possible de savoir si ces changements marquent le début d'une tendance à long terme ou s'il s'agit simplement d'une autre phase du cycle baisse-élévation.

Source : *Environnement Canada*

Le graphique illustre les changements survenus dans la moyenne mensuelle du niveau du lac Huron entre 1900 et 2002. Le niveau est indiqué en nombre de mètres au-dessus du niveau de la mer. Bien que le niveau des eaux ait varié considérablement d'une décennie à l'autre, aucun changement à long terme n'a encore été détecté.

Le niveau des eaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent subit, dans une certaine mesure, l'influence du climat local et celle des conditions de drainage. Il ne fluctue donc pas toujours exactement de la même manière. Cependant, le tableau des variations à long terme présenté pour le lac Huron est assez représentatif du système dans son ensemble. Au cours du XX^e^ siècle, le niveau des eaux des Grands Lacs a varié d'environ 1,8 mètre, mais aucune tendance à long terme n'a pu être décelée pour ces lacs ni pour le Saint-Laurent. Les faibles variations de température dans la région, environ 0,5 °C en 100 ans, pourraient expliquer pourquoi aucun changement n'est encore apparu.

Néanmoins, on continue de s'inquiéter des niveaux peu élevés, surtout en raison de leurs conséquences économiques potentielles. Entre 1988 et 1991, par exemple, alors que le niveau d'eau à Montréal était de 30 cm sous la moyenne, le tonnage de marchandises transitant par le port a diminué de 15 %.

LES BAS NIVEAUX DES DERNIÈRES ANNÉES INQUIÈTENT...

Après presque trois décennies de niveaux élevés, leur baisse rapide à la fin des années 1990 et au début des années 2000 a inquiété. De 1997 à 1999, les niveaux des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent étaient inférieurs à leur moyenne à long terme. Le système avait perdu une quantité d'eau équivalant au débit des chutes Niagara pendant presque deux ans et demi.

En dépit des précautions prises en traçant initialement à la moyenne les niveaux contractuels à maintenir en 2001, les propriétaires de chutes, d'ouvrages et des installations de navigation ont dû modifier leurs activités. Les hôteliers ont dû réduire le tirant de leurs cargaisons afin de pouvoir emprunter des canaux et des chenaux de faible profondeur, et la production hydroélectrique a chuté substantiellement, tant à Niagara qu'à Sault Ste-Marie.

L'année suivante n'a pas vraiment été meilleure. Se situant à 95 cm sous sa moyenne en août 2001, le niveau d'eau dans le port de Montréal a atteint un nouveau record. À la fin d'octobre, de forts vents sur le lac Erie ont provoqué un important étiage à son exutoire. Cet événement temporaire a fait chuter les niveaux déjà très bas de 1,5 mètre de plus à l'extrémité aval du lac, puis vers les lacs Michigan, Huron et Sainte-Claire. Cette baisse a rendu ardue la navigation sur les lacs Erie et Huron et, pendant deux jours, la navigation de tout bateau de capacité intermédiaire jusqu'à ce que le niveau des eaux remonte.

L'Atlantic Huron traverse le canal de Welland. À chaque fois que le niveau de l'eau baisse de 2,5 cm, un bateau comme celui-ci doit réduire sa cargaison de 100 tonnes pour franchir les canaux reliant les Grands Lacs inférieurs.

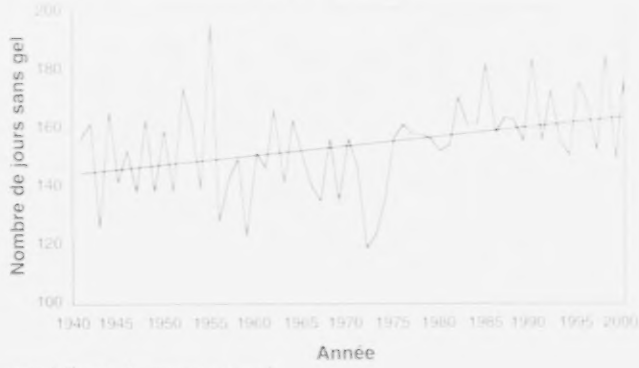
Une plus longue saison sans gel offre de nouvelles possibilités et crée des problèmes.

le sud-ouest de l'Ontario

Avec son climat doux et ses sols fertiles, le sud-ouest de l'Ontario est une région agricole de premier ordre. Au cours du XX^e^ siècle, elle s'est réchauffée d'environ 0,5 °C, soit un peu moins que la moyenne canadienne. Ce réchauffement a toutefois été suffisant pour avoir un effet perceptible sur la longueur de sa saison sans gel.

Les relevés de température de l'aéroport de London, situé au cœur de cette région, démontrent que la longueur moyenne de la saison sans gel a augmenté de plus de 18 jours depuis les années 1940. Cette augmentation reflète une élévation importante des températures hivernales et printanières, en particulier celle des minimums nocturnes.

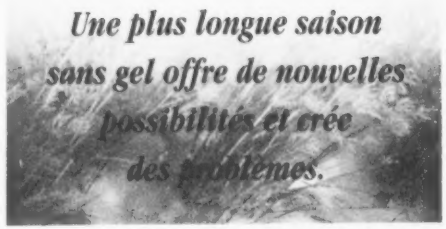
Durée de la saison sans gel à l'aéroport de London, Ontario



Source : *J. Maarsen, Environnement Canada*

Une nouvelle récolte de soya connaît un bon début sur cette ferme près de London.

LA LONGUEUR DES SAISONS AVEC ET SANS GEL



Le premier jour de printemps où la température se maintient au-dessus de zéro signale le début de la saison sans gel, qui se termine le premier jour d'automne où la température atteint le point de congélation. Plus cette saison arrive tôt, ou plus elle s'achève tard, plus la saison de croissance est longue. Une saison sans gel plus longue favorise les agriculteurs et les jardiniers amateurs, en leur donnant plus de choix sur ce qu'ils peuvent faire pousser et en multipliant leurs chances de voir leurs cultures annuelles arriver à maturité.

Qui dit saison sans gel plus longue dit saison de gel plus courte, ce qui constitue un avantage pour les gouvernements, qui doivent garder les routes libres de glace, ainsi que pour les voyageurs et les entreprises de transport, qui doivent affronter les risques liés aux routes glacées. Une longue saison sans gel permet aussi de prolonger les activités de construction. Elle représente toutefois un désavantage pour les collectivités du Nord et les entreprises d'exploitation forestière ou d'exploration pétrolière et gazière, qui dépendent des cours d'eau et des sols gelés pour le transport de leurs marchandises et de leur équipement lourd.

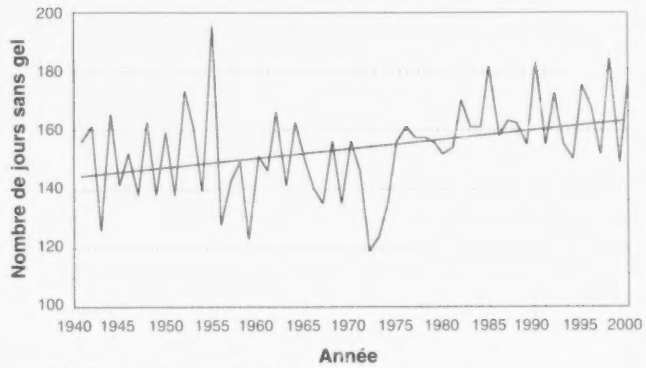
L'altitude, l'exposition au soleil, la végétation et la proximité des plans d'eau ou des villes comptent parmi les nombreux facteurs qui influent sur la durée du gel. C'est pourquoi même des endroits qui sont relativement proches les uns des autres peuvent connaître des périodes de gel très différentes. La température de l'air, en particulier le minimum nocturne, est cependant le facteur le plus déterminant; les régions qui se réchauffent peuvent donc s'attendre à connaître aussi des saisons de gel plus courtes.

POINT DE MIRE : le sud-ouest de l'Ontario

Avec son climat doux et ses sols fertiles, le sud-ouest de l'Ontario est une région agricole de premier ordre. Au cours du XX^{e} siècle, elle s'est réchauffée d'environ 0,5 °C, soit un peu moins que la moyenne canadienne. Ce réchauffement a toutefois été suffisant pour avoir un effet perceptible sur la longueur de sa saison sans gel.

Les relevés de température de l'aéroport de London, situé au cœur de cette région, démontrent que la longueur moyenne de la saison sans gel a augmenté de plus de 18 jours depuis les années 1940. Cette augmentation reflète une élévation importante des températures hivernales et printanières, en particulier celle des minimums nocturnes.

Durée de la saison sans gel à l'aéroport de London, Ontario



Source : *J. Klaassen. Environnement Canada*

Une nouvelle récolte de soya connaît un bon début sur cette ferme près de London.

La saison sans gel s'est étirée aussi dans la plupart des autres régions canadiennes, et ses prolongements les plus importants des 100 dernières années ont été enregistrés en Colombie-Britannique et dans les Prairies. Presque partout au Canada, le printemps s'est réchauffé davantage que les autres saisons. Il n'est donc pas étonnant que la période sans gel se soit allongée surtout à cause de la fin plus hâtive des gels printaniers.

Même si la saison sans gel moyenne se prolonge, sa durée peut varier beaucoup d'une année à l'autre, et des gels printaniers exceptionnellement tardifs ou des gelées automnales très précoces peuvent toujours survenir. Même si le risque de perte de récoltes dû au gel s'amenuise, les agriculteurs doivent tout de même demeurer prudents en évitant de semer trop tôt, ou avant d'adopter des variétés dont la période de croissance est plus longue.

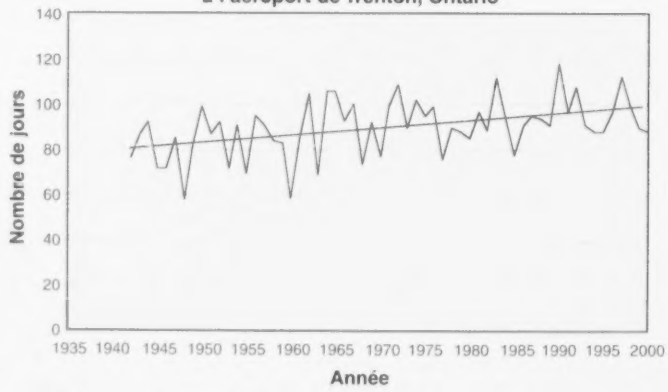
L'ALTERNANCE DES PÉRIODES DE GEL-DÉGEL

La transition de la saison de gel à la saison sans gel et vice-versa n'est ni uniforme ni soudaine. À mesure que les températures printanières s'élèvent, ou que les températures automnales s'abaissent, des jours dont la température se situe au-dessus du point de congélation alternent normalement avec des nuits où il y a du gel. Ces cycles répétés de gel et de dégel peuvent mettre les plantes et les arbres à rude épreuve, en particulier à la fin de l'hiver et au début du printemps. Les grands herbivores, comme l'élan et le caribou, en souffrent aussi, puisque les épisodes de regel laissent sur la neige une dure croûte glacée qui complique leurs déplacements et leur alimentation. Lorsqu'ils se produisent au même moment que des chutes de neige ou de pluie, les cycles de gel-dégel contribuent aussi à la désagrégation des matériaux de construction.

Des études préliminaires indiquent que les cycles de gel-dégel se produisent plus fréquemment un peu partout au Canada. Les tendances les plus marquées ont été enregistrées dans le sud de l'Ontario, et les plus faibles, en Colombie-Britannique. À Trenton, en Ontario, les épisodes de gel-dégel ont augmenté à raison de 3,2 jours par décennie, et à Swift Current, en Saskatchewan, de 3,9 jours. La ville de Toronto est une exception intéressante : les cycles de gel-dégel y ont diminué, peut-être en raison du réchauffement causé par l'expansion urbaine.

Depuis le début des années 1980, on a remarqué dans l'industrie de la construction que les matériaux comme la brique et le béton ne durent pas aussi longtemps que prévu dans certaines régions du pays. La désagrégation accélérée de ces matériaux, causée par l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel, contribuerait à ce problème qui entraîne des coûts d'entretien additionnels pour les propriétaires et les contribuables.

Fréquence des épisodes de gel-dégel à l'aéroport de Trenton, Ontario



Source : *J. Klaassen, Environnement Canada*

On parle de cycle de gel-dégel lorsque, au cours d'une même journée, la température maximum se situe au-dessus du point de congélation et la température nocturne minimum, sous le point de congélation. Durant les années 1940, Trenton a connu en moyenne 80 jours avec cycle de gel-dégel; au cours des années 1980 et 1990, environ 95 jours.

Tendances de la durée des saisons sans gel (jours par 100 ans)

Source : *Environnement Canada*

Les points oranges indiquent des saisons sans gel plus longues, les points bleus, des saisons sans gel plus courtes. La taille des points est proportionnelle à l'ampleur du changement. Les « x » indiquent des changements qui ne sont pas statistiquement significatifs. La prolongation la plus considérable (environ 50 jours sur 100 ans) a été enregistrée dans le centre de la Colombie-Britannique. La diminution la plus marquée (environ 30 jours sur 100 ans) a été enregistrée à St. Anthony, Terre-Neuve.

Au Canada, les besoins en énergie se modifient.

La quantité d'énergie requise pour chauffer un domicile pendant une année est tributaire du nombre de jours froids durant cette année et de l'intensité du froid sévissant pendant ces journées. Lorsque le temps est un peu froid, un peu de chaleur durant quelques heures, au cours de la soirée ou tôt le matin, peut suffire à assurer le confort de la maisonnée. Par une journée très froide, une grande quantité de chaleur est nécessaire, toute la journée et toute la nuit. La température moyenne d'une journée donnée nous renseigne sur la quantité de chaleur nécessaire pour cette journée.

Les climatologues ont recours à une mesure appelée « degré-jour de chauffage » pour évaluer les besoins de chauffage avec plus de précision. Ils considèrent que les gens chauffent leur maison au moins un peu lorsque la température extérieure moyenne est inférieure à 18 °C. En soustrayant de 18 la température moyenne pour une journée donnée, ils obtiennent le nombre de degrés de chauffage nécessaire cette journée-là (ou degré-jours de chauffage).

Les besoins de climatisation s'évaluent à peu près de la même manière, l'unité de mesure étant alors le « degré-jour de climatisation ». On estime qu'on doit rafraîchir les maisons au moins un peu les jours où la température moyenne est supérieure à 18 °C. En soustrayant 18 de la température moyenne pour une journée donnée, on obtient le nombre de degrés de refroidissement nécessaire pour cette journée (ou degré-jours de climatisation).

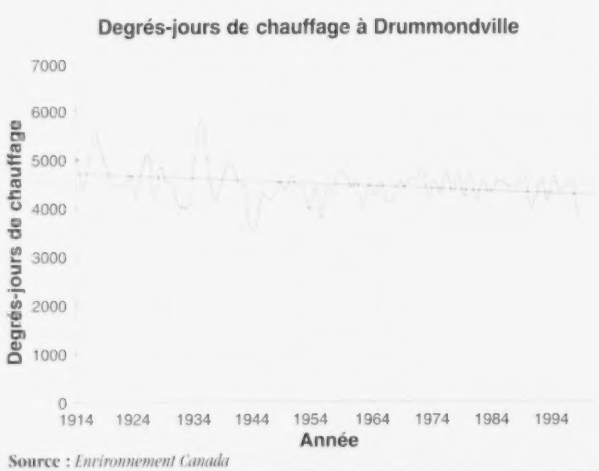
La compilation des données saisonnières ou annuelles en ce qui a trait aux degrés-jours de chauffage et aux degrés-jours de climatisation fournit des indications très utiles sur les besoins de chauffage ou de refroidissement selon les diverses conditions climatiques. La quantité d'énergie requise pour chauffer ou pour rafraîchir un immeuble dépendra toutefois de nombreux autres facteurs, comme la qualité de son isolation et la température à laquelle il est maintenu.

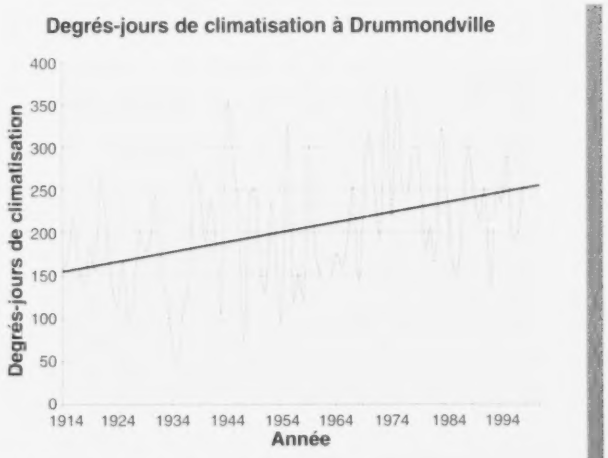
POINT DE MIRE : Drummondville, au Québec

Au Canada, on se préoccupe généralement davantage du chauffage que de la climatisation, et Drummondville ne fait pas exception. La ville, située à 100 kilomètres au nord-est de Montréal, consomme environ 4500 degrés-jours de chauffage par année. Mais ses 250 degrés-jours annuels de climatisation (sensiblement le même nombre qu'à Montréal ou à Toronto) indiquent qu'elle connaît par ailleurs beaucoup de chaudes journées d'été durant lesquelles on a besoin de climatisation.

Pendant le XX^{e} siècle, les températures annuelles moyennes dans la région de Drummondville ont augmenté d'environ 0,5 °C, c'est-à-dire moins que dans certaines autres régions du Canada, mais suffisamment pour avoir un effet perceptible sur les besoins de chauffage et de climatisation. Au début du XXI^{e} siècle, Drummondville nécessite, en moyenne, 445 degrés-jours de chauffage de moins par année que 100 ans plus tôt, et 100 degrés-jours de climatisation de plus. Ces chiffres représentent une diminution de 9,5 % des degrés-jours de chauffage, et une augmentation de 65,5 % des degrés-jours de climatisation.

Comme les besoins de chauffage sont beaucoup plus grands que les besoins de climatisation, les économies que réalise le citoyen moyen, grâce à la baisse de ses coûts de chauffage, ne sont pas annulés par la hausse de ses coûts de climatisation. Ces derniers n'ont vraiment d'incidence qu'au moment où les gens remplacent leurs ventilateurs électriques par des climatiseurs. Toutefois, comme la tendance des degrés-jours de climatisation est à la hausse, plus de gens sont susceptibles d'opter pour cette solution. Et c'est à ce moment que les degrés-jours de climatisation commenceront à avoir un effet important sur leur budget.





Source : *Environnement Canada*

Parce que la plus forte variation s'applique aux degrés-jours de climatisation, leur augmentation semble plus significative que la diminution des degrés-jours de chauffage. Cependant, cette diminution a eu un plus grand effet sur les besoins en énergie des Drummondvillois, tout simplement parce qu'ils ont besoin de beaucoup plus de chauffage que de climatisation.

Au Canada, les degrés-jours de chauffage varient de 3000 par année, à Victoria la douce, à environ 13 000 dans le Grand Nord. Au cours du XX^{e} siècle, le nombre de degrés-jours de chauffage a baissé substantiellement dans la plupart des régions canadiennes.

Le nombre de degrés-jours de climatisation s'élève jusqu'à 400 par année dans la région de Windsor-Sarnia, dans le sud-ouest de l'Ontario, mais connaît des moyennes inférieures à 100 dans de nombreuses parties du pays. La progression des degrés-jours de climatisation a été moins marquée et moins généralisée que la diminution des degrés-jours de chauffage. Pourtant, des augmentations significatives ont été enregistrées au XX^{e} siècle dans le sud de la Colombie-Britannique et dans certaines régions des Prairies, ainsi que dans le sud du Québec et dans les Maritimes. Ces tendances correspondent à l'évolution de notre climat : les hivers comme les étés sont plus chauds, mais les hivers se sont réchauffés davantage.

Dans les villes, l'effet d'îlot de chaleur peut accentuer ces tendances. Les surfaces urbaines, comme les rues, les édifices et les toits, absorbent de grandes quantités de chaleur solaire pendant le jour, qu'elles libèrent la nuit en se refroidissant. Les voitures, les installations de chauffage, les climatiseurs et les autres appareils producteurs de chaleur contribuent aussi à réchauffer l'air des villes. Par conséquent, les températures des villes, notamment celles dont le centre-ville a une forte densité d'édifices, dépassent souvent de façon perceptible les températures enregistrées en banlieue. L'effet d'îlot de chaleur croît à mesure qu'une ville se développe. Les besoins de chauffage peuvent donc diminuer et les besoins de climatisation augmenter, simplement à cause de l'urbanisation. Il est néanmoins difficile de déterminer avec exactitude la proportion du réchauffement de nos villes attribuable à l'effet d'îlot de chaleur et celle attribuable aux changements climatiques.

DEGRÉS-JOURS DE CHAUFFAGE ET DEGRÉS-JOURS DE CLIMATISATION AU CANADA

Ce tableau donne une idée des besoins de chauffage et de climatisation de villes de chacune des dix provinces et des trois territoires. À Vancouver, les besoins de chauffage équivalent à environ la moitié de ceux de Winnipeg, alors que pour d'autres villes du sud du Canada, les différences sont moins prononcées. Les besoins de climatisation, par contre, varient davantage d'un bout à l'autre du pays.

Degrés-jours de chauffage et degrés-jours de climatisation pour certaines villes canadiennes (Totaux annuels moyens, 1971-2000)

	DEGRÉS-JOURS DE CHAUFFAGE	DEGRÉS-JOURS DE CLIMATISATION
Saint-Jean, T.-N.-et-L.	4 881	32
Charlottetown, Î.-P.-É.	4 715	100
Halifax, N.-É.	4 367	104
Saint Jean, N.-B.	4 754	37
Montréal, Qué.	4 575	235
Toronto, Ont.	4 066	252
Winnipeg, Man.	5 777	186
Regina, Sask.	5 661	146
Edmonton, Alb.	5 708	28
Vancouver, C.-B.	2 926	44
Yellowknife, T. N.-O.	8 256	41
Whitehorse, Yn.	6 811	8
Resolute, Nunavut	12 526	0

Source : *Environnement Canada*

Certaines des pires catastrophes météorologiques survenues au Canada se sont produites durant les dix dernières années. Faut-il y voir une tendance?

Rares et souvent violents, les événements météorologiques extrêmes se présentent sous forme d'inondations, de sécheresses, de vagues de chaleur ou de froid, d'orages violents, de blizzards, de tempêtes de pluie verglaçante, d'ouragans ou de tornades. Toutefois, la manifestation de certains de ces phénomènes sera considérée comme extrême à un endroit et normale ailleurs. Exceptionnelle à Victoria, une chute de neige de 20 cm ne l'est ni à Québec ni à Saint-Jean (T.-N.-et-L.)

Parce que les événements météorologiques extrêmes résultent de causes diverses, les changements climatiques pourraient les toucher de différentes façons. Il est possible que ces changements atténuent certains d'entre eux. Mais l'hypothèse selon laquelle les changements climatiques pourraient être à l'origine de l'augmentation d'événements parmi les plus dangereux et les plus destructeurs demeure préoccupante. Ces inquiétudes se fondent, entre autres, sur des arguments scientifiques concernant la manière dont un climat plus chaud influera sur les processus provoquant ces extrêmes. Les précipitations violentes pourraient, par exemple, devenir plus fréquentes parce qu'une atmosphère plus chaude peut contenir davantage d'humidité pour les alimenter.

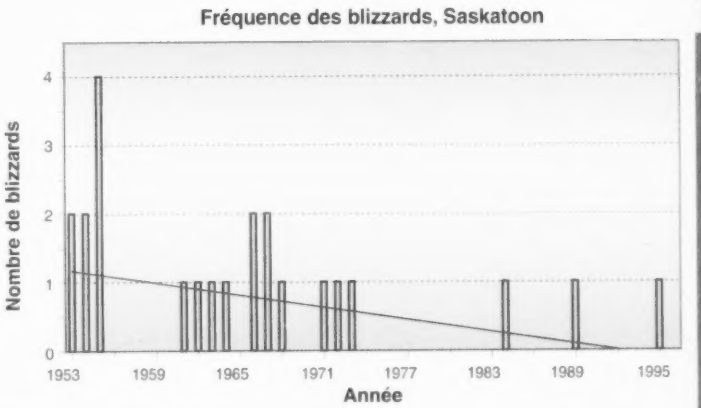
De façon générale, on croit néanmoins que l'été se prolongera dans la plupart des régions du Canada et que les conditions météorologiques liées à des températures élevées s'étendront plus loin vers le Nord. Le risque de temps violent estival, comme les orages intenses, les tornades et la grêle, se déploierait donc sur de plus longues périodes et il toucherait de plus vastes régions. Par contre, la période où les événements extrêmes hivernaux sont susceptibles de se produire devrait être plus courte, ce qui ne réduirait toutefois pas nécessairement l'intensité des tempêtes hivernales.

Les phénomènes météorologiques sont très complexes, et les événements exceptionnellement destructeurs sont souvent le résultat de la combinaison fortuite de plusieurs facteurs. Nous avons donc encore beaucoup à apprendre sur la façon dont ces événements pourraient être touchés.

POINT DE MIRE : les blizzards des Prairies

Les blizzards combinent froids sibériens, vents forts et poudrerie intense pour former le trio d'attaque le plus solide de nos hivers. Si ces tempêtes se produisent dans presque toutes les régions du Canada, celles des Prairies ont acquis une réputation de férocité légendaire. L'une d'entre elles, qui a frappé Regina en 1947, a duré 10 jours et a enfoui un train entier sous une congère de un kilomètre de long!

Les changements climatiques pourraient se répercuter sur l'intensité et la fréquence de ces tempêtes, ainsi que sur leurs trajets. Leur profil pourrait donc se modifier. Une étude récente démontre d'ailleurs que le nombre de blizzards a sensiblement diminué dans le sud de la Saskatchewan durant la seconde moitié du XX^{e} siècle. Au Manitoba, toutefois, la fréquence des tempêtes n'a pas changé : peut-être parce que les systèmes dépressionnaires qui le touchent ne sont pas exactement les mêmes que ceux qui touchent la Saskatchewan.



Source : *Adapté de Lawson, 2003.*

En Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba, une tempête hivernale est considérée comme un blizzard si elle dure au moins 4 heures, si elle comporte des vents de 40 km/h ou plus, un refroidissement éolien d'au moins - 24,4 °C et de la poudrerie réduisant la visibilité à moins de un kilomètre. Au cours des 50 dernières années, le nombre de blizzards ayant frappé Saskatoon a diminué de façon marquée. Regina a connu une tendance similaire, mais pas Winnipeg.

Tant au Canada qu'ailleurs dans le monde, les années 1990 ont été le théâtre d'une intensification des événements météorologiques extrêmes. Inondations au Saguenay, au Québec en 1996; débordement de la rivière Rouge, au Manitoba en 1997; tempête de pluie verglaçante sur l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick en 1998. Cette tendance se poursuivait en 2000 alors que le village de Vanguard, en Saskatchewan, recevait 333 mm de pluie en 10 jours, une quantité 1,5 fois supérieure à ce qu'il reçoit normalement en une année.

Au cours des dernières années, les pertes économiques occasionnées par les événements météorologiques extrêmes se sont aussi multipliées. Toutefois, leur importance est également proportionnelle au développement de notre société et à celui de notre économie : un événement extrême touchera aujourd'hui plus de gens – et plus de propriétés – que le même événement il y a dix ans. Il est donc difficile d'évaluer dans quelle mesure l'augmentation des pertes est véritablement due à une intensification des extrêmes météorologiques.

Un problème semblable nous empêche de déterminer si la fréquence des tornades s'est accentuée. Le nombre de tornades enregistrées durant les 100 dernières années a augmenté, mais les climatologues ont constaté que cet accroissement suit de près la courbe de croissance de la population. Les tornades sont-elles vraiment plus nombreuses? Ne serait-ce pas tout simplement qu'un plus grand nombre d'entre elles sont rapportées?

Nous sommes en terrain plus solide lorsque nous abordons des variables largement étudiées, comme la température et les précipitations, pour lesquelles, jusqu'à maintenant, l'augmentation des extrêmes n'a pas encore vraiment été démontrée. Les registres indiquent que, à l'exception de l'est de l'Arctique, la plus grande partie du pays a connu une diminution significative des épisodes de froid extrême durant les 50 dernières années. Toutefois, le nombre de canicules n'a pas augmenté dans la même proportion.

En outre, même si les précipitations ont augmenté dans tout le pays au cours du XX^{e} siècle, aucune tendance vers des pluies abondantes plus fréquentes n'a pu être dégagée. Depuis les années 1940, la plupart des stations météorologiques du sud du Canada ont enregistré moins d'épisodes de pluies abondantes, mais le nombre de jours de pluie a augmenté. Ailleurs, comme aux États-Unis, au Japon et en Australie, on a cependant constaté une tendance vers des précipitations plus intenses.

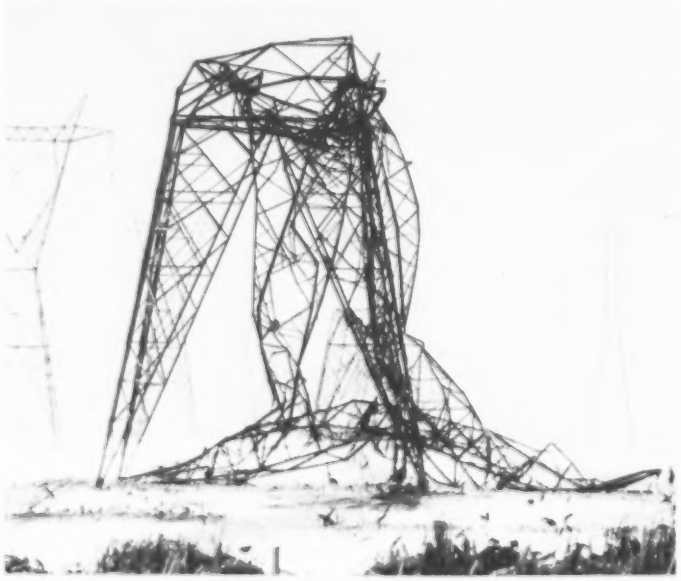
Il est donc difficile de dire si de nombreux types d'événements météorologiques extrêmes se manifestent plus souvent. Et, ces phénomènes n'étant pas fréquents, il faudra peut-être encore des décennies pour parvenir à repérer une tendance.

LE GRAND VERGLAS DE 1998

Les épisodes de pluie verglaçante sont courants presque partout au Canada. Occasionnellement, d'importantes tempêtes se forment, et le verglas qu'elles laissent impressionne tant par sa beauté étincelante que par le poids écrasant qu'il impose aux arbres et aux lignes électriques. Aucune de ces tempêtes n'avait cependant encore été aussi persistante et aussi dévastatrice que celle qui a frappé une bonne partie de l'est du Canada en janvier 1998.

Pendant six jours, la pluie verglaçante tombe par intermittence sur une vaste région s'étendant du centre de l'Ontario jusqu'à l'Île-du-Prince-Édouard. Des millions d'arbres, y compris de précieux érables à sucre, sont étêtés ou endommagés. À cause de l'effondrement des lignes électriques, 4,5 millions de personnes se retrouvent sans électricité. La région de Montréal est la plus durement touchée. Au sud de la ville, jusqu'à 100 mm sont tombés et certaines localités sont privées de courant pendant cinq semaines. Au Québec et dans l'est de l'Ontario, plus de 600 000 personnes doivent trouver refuge dans des foyers d'accueil d'urgence, pendant que 16 000 militaires nettoient les dégâts et soutiennent le travail des équipes d'intervention d'urgence de six provinces et de huit états américains qui s'affairent à rétablir le courant.

Cette tempête a causé 28 décès et des dommages matériels estimés à plus de 5 milliards de dollars. Elle est, de loin, la catastrophe météorologique la plus coûteuse de toute l'histoire canadienne. Si on ne peut pas dire qu'un événement isolé comme celui-ci est le résultat des changements climatiques, il représente toutefois le genre d'événements extrêmes que certains craignent de voir devenir plus courants.



EN GUISE DE CONCLUSION...

Dans bon nombre de régions canadiennes, le climat semble changer. Bien que ces changements en soient encore à leurs débuts, les indicateurs montrent clairement que les personnes, les collectivités, les entreprises et les écosystèmes ont déjà commencé à en ressentir certains effets. La gravité et l'ampleur des conséquences de ces changements varient de façon assez marquée d'une région à l'autre. Certaines sont plutôt mineures, alors que d'autres méritent toute notre attention. Certaines causent des dommages, d'autres nous sont plutôt favorables.

LE CLIMAT

Au Canada, les changements les plus notables sont survenus dans l'ouest de l'Arctique, dans le bassin du Mackenzie et dans les Prairies qui, durant le XX^{e} siècle se sont réchauffés de 1,5 °C ou plus, soit presque le triple du réchauffement planétaire moyen qui est de 0,6 °C. La côte de la Colombie-Britannique et la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent ont connu un réchauffement à peu près égal à celui de la planète, dans son ensemble. Le réchauffement le moins prononcé au pays, environ la moitié de celui de la planète a été décelé dans le nord-ouest de l'Ontario, le centre du Québec et les provinces atlantiques. Par contre, au cours des 50 dernières années, l'est de l'Arctique, le nord du Québec et le Labrador se sont refroidis, et ce jusqu'à 1,5 °C dans certains endroits.

Dans la plupart des régions canadiennes les printemps ont été plus précoces et plus doux, les nuits d'été plus chaudes (même si le nombre de journées d'été très chaudes a peu varié) et les hivers, plus courts et moins rigoureux, ont compté moins d'épisodes de froid intense. Les automnes se sont par contre légèrement refroidis, même si cette tendance se manifeste surtout tard dans la saison.

Le Canada est aussi devenu plus humide, presque partout, en toute saison. Depuis 1950, dans la plupart des régions, les précipitations ont augmenté de 5 % à 35 %. Seule la partie sud des Prairies n'a connu que peu ou pas d'augmentation. Durant cette période, la proportion des chutes de neige a également changé. De façon générale, la moitié sud du pays a reçu moins de neige, mais davantage de pluie. Le nord, par contre, a vu ses chutes de neige augmenter quelque peu.

Malheureusement, le bilan des températures à la surface des océans n'est pas aussi complet. Les données pour la côte ouest sont fiables et révèlent des augmentations des températures de surface variant de 0,9 °C à 1,8 °C en un siècle. Des données plus fragmentaires et plus difficiles à évaluer pour la côte atlantique montrent peu de changement, et celles sur l'Arctique ne sont pas disponibles ou doivent faire l'objet d'analyses plus approfondies.

De façon générale, les tendances décelées correspondent aux hypothèses que les scientifiques ont avancées sur l'évolution du climat. Elles concordent aussi assez bien avec les indicateurs, qui tendent à montrer qu'il y a plus de changements dans l'ouest et dans le nord-ouest du pays que dans l'est.

LA NATURE

Les indicateurs le montrent clairement : à plusieurs égards, l'environnement physique canadien s'ajuste présentement à l'évolution du climat. Le recul des glaciers, l'amincissement et le rétrécissement de la glace de mer, les dates plus précoces de la débâcle sur les lacs et les rivières, tous ces phénomènes peuvent être reliés à un réchauffement de l'atmosphère. De plus, ce réchauffement contribue en partie à l'élévation du niveau de la mer le long des côtes de l'Atlantique et du Pacifique, de même que dans le delta du Mackenzie. Par conséquent, ces régions deviennent plus vulnérables à l'érosion du littoral et aux inondations causées par les fortes tempêtes et les marées hautes. En outre, on a vu au cours des années 1990 les catastrophes météorologiques les plus coûteuses de toute l'histoire du Canada. Toutefois, aucune augmentation dans la fréquence des événements météorologiques extrêmes n'a pu être démontrée de façon concluante.

Les indicateurs ont également révélé de nombreuses répercussions sur les espèces vivantes. Les changements dans le climat rendent plus difficile la survie de certaines populations animales, comme l'ours polaire de l'ouest de la baie d'Hudson. Pour certains insectes nuisibles, comme le dendroctone du pin, le Canada est devenu un lieu plus hospitalier. Des étapes clés du développement des plantes, comme le bourgeonnement, la feuillaison et la floraison, sont devenues plus précoces, principalement grâce aux printemps plus doux et plus hâtifs. Par ailleurs, les plantes et les animaux originaires de zones plus clémentes ont progressé vers le nord, tandis que les espèces adaptées aux conditions plus rigoureuses ont reculé davantage.

La plupart de ces phénomènes donnent des preuves additionnelles que les changements climatiques se produisent, et laissent entrevoir comment ils transforment et remodèlent le milieu naturel.

LES GENS

Pour les Canadiens et les Canadiennes qui vivent dans la moitié sud du pays, les hivers sont de moins en moins dangereux à mesure qu'ils raccourcissent et s'adoucissent. De même, les citoyens économisent l'énergie grâce à la réduction des besoins de chauffage, et l'allongement de la saison sans gel offre aux agriculteurs la possibilité d'adopter de nouvelles cultures. Par contre, les besoins de climatisation sont en hausse dans de nombreuses régions du pays, et l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel contribue à réduire la résistance de certains matériaux de construction.

Pour les Canadiens et les Canadiennes des régions nordiques, cependant, les répercussions d'un climat en évolution sont plus prononcées. Une saison des glaces plus courte et plus variable complique les activités hivernales de chasse et de pêche, déjà risquées et difficiles. Des conditions atmosphériques plus imprévisibles et des changements dans l'apparition des phénomènes saisonniers rendent aussi plus difficile l'application des connaissances ancestrales sur lesquelles les peuples autochtones ont toujours pu compter pour survivre. De plus, les chemins d'hiver, qui permettent à nombre de collectivités du Nord de s'approvisionner, sont devenus moins fiables et ne sont pas praticables aussi longtemps.

Cependant, certains indicateurs n'ont pas révélé de tendances significatives. Même si les dernières années ont été marquées par de graves sécheresses dans les Prairies et par des niveaux d'eau très bas dans les Grands Lacs et le Saint-Laurent, les indicateurs correspondants n'ont pas montré de changement notable sur de longues périodes. Plusieurs raisons pourraient expliquer pourquoi on n'a pu dégager de tendances. D'abord, il se pourrait que ces phénomènes ne soient pas aussi étroitement liés aux changements climatiques que nous l'aurions cru. En outre, il faudra peut-être plus de temps et que le réchauffement se poursuive pour que ces changements deviennent significatifs. Seul le temps – et le suivi continu des indicateurs – le dira.

ÉLÉMENTS DE BIBLIOGRAPHIE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les études sur les changements climatiques publiées tous les cinq ans par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont la source d'information la plus complète et font autorité en la matière. Bien que les rapports du GIEC soient très techniques, on peut lire des résumés vulgarisés dans le site Web de l'organisme, dont l'adresse apparaît sous le titre «Au plan international». Voici une liste des plus récentes publications du GIEC :

GIEC, 2001. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*, Cambridge, Cambridge University Press.

GIEC, 2001. *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité*, Cambridge, Cambridge University Press.

GIEC, 2001. *Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation*, Cambridge, Cambridge University Press.

Autres publications d'intérêt général

Association professionnelle des météorologistes du Québec. 1999. *Changements climatiques et météo extrême*, L'Association, [Québec]. (Cette publication peut être téléchargée à partir du site www.sca.uqam.ca/apmq)

Burroughs, W.J. 1997. *Does the weather really matter? The social implications of climate change*, Cambridge, Cambridge University Press.

Dotto, Lydia. 1999. *Storm warning : Gambling with the climate of our planet*, Toronto, Doubleday.

Environnement Canada. 1997. *L'Étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique*, Ottawa, Environnement Canada.

Gelbspan, R. 1998. *The Heat is On*, Cambridge, Mass., Perseus Books.

Hengeveld, H. 1995. *Comprendre l'atmosphère en évolution : Revue de la science de base et des implications d'un changement du climat et d'un appauvrissement de la couche d'ozone*, 2e édition, REE rapport numéro 95-2, Ottawa, Environnement Canada. (Ce document et le suivant peuvent être téléchargés à partir du site Web du Service météorologique du Canada, dont l'adresse figure sous le titre «Les gens».)

Hengeveld, H. G., E. Bush et P. Edward. 2002. *Questions fréquemment posées au sujet de la science du changement climatique*, Toronto, Environnement Canada, 2002.

Krupnik, Igor et Dyanna Jolly, éd. 2002. *The earth is faster now : Indigenous observations of climate change*, Fairbanks, Alaska, Arctic Research Consortium of the United States.

Phillips, D. 1990. *Les Climats du Canada*, Toronto, Environnement Canada.

Stevens, W.K. 1999. *The change in the weather – People, weather, and the science of climate*, New York, Delta.

Villeneuve, C. et F. Richard. 2001. *Vivre les changements climatiques – L'effet de serre expliqué*, Sainte-Foy, Québec, Éditions MultiMondes. (Voir aussi le site Web : www.changements-climatiques.qc.ca.)

RESSOURCES OFFERTES SUR LE WEB

Les sites présentés ci-après étaient actifs au moment de la préparation de ce document. Il est toutefois possible que certains contenus ou adresses aient changé depuis la publication, ou que certains sites aient disparu. Si un des liens ci-après mentionné n'est plus disponible, vous pourrez peut-être trouver un site de remplacement en faisant une recherche à partir du nom de l'organisme qui hébergeait le site d'origine.

Au plan international

http://www.ipcc.ch. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat est la source d'information scientifique la plus écoutée quant aux causes et aux conséquences de l'évolution du climat (en anglais).

http://www.unfccc.int. Ce site, hébergé par l'Organisation des Nations Unies, contient des renseignements sur la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et sur le Protocole de Kyoto (en anglais).

http://www.iisd.org/climatechange.htm. L'Institut international du développement durable de Winnipeg se consacre au développement régional, national et international des mesures d'adaptation au changements climatiques. Une bonne source d'information à propos de l'évolution du climat dans l'Arctique (en anglais).

http://www.climatehotmap.org. Ce site présente et documente, sous forme cartographique, les observations relevées un peu partout dans le monde à propos de l'évolution du climat et de ses répercussions (en anglais).

http://www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc. Ce site présente un ensemble de rapports sectoriels et régionaux sur les conséquences des changements climatiques aux États-Unis. Plusieurs de ces rapports intéresseront les Canadiens, en particulier ceux qui habitent près des États-Unis (en anglais).

http://yosemite.epa.gov/OAR/globalwarming.nsf. Le site sur les changements climatiques de l'Agence américaine de protection de l'environnement *(Environmental Protection Agency)* présente de l'information sur la façon dont certaines régions des États-Unis et du monde risquent d'être affectées par les changements climatiques (en anglais).

Au plan national

http://www.climatechange.gc.ca. Le site sur les changements climatiques du gouvernement du Canada offre une grande variété de renseignements sur la science de l'évolution du climat, ses répercussions au Canada, et les mesures d'adaptation mises en œuvre au pays. Il inclut aussi de nombreux liens avec d'autres sites et ressources à l'intention des professeurs et des étudiants.

http://www.ec.gc.ca/climate. Le site d'Environnement Canada sur les changements climatiques présente des fiches de renseignements sur la science de l'évolution du climat et ses conséquences, ainsi que sur les mesures de contrôle et d'adaptation.

http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin. Le *Bulletin des tendances et des variations climatiques* d'Environnement Canada présente les moyennes de température et les quantités de précipitations, sur une base saisonnière et annuelle, ainsi que leur évolution à plus long terme à l'échelle régionale et nationale.

http://www.ec.gc.ca/soer-ree. La Base d'informations sur l'état de l'environnement, *Les indicateurs environnementaux : La série nationale d'indicateurs environnementaux du Canada*, une série d'indicateurs, mise à jour régulièrement, sur l'évolution du climat et autres questions environnementales.

http://adaptation.nrcan.gc.ca. À partir de ce site, vous pouvez télécharger le document *Impacts et adaptation liés au changement climatique : perspective canadienne*, et obtenir de l'information à propos des répercussions des changements climatiques sur les ressources en eau, la foresterie, l'agriculture, et les régions côtières. Le site offre également une très belle collection d'affiches illustrant les impacts des changements climatiques sur la santé et la sécurité, sur les collectivités, les sols, les ressources en eau et les régions côtières, dans diverses régions du Canada.

http://www.c-ciarn.ca. Le site du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation est très utile pour ceux et celles qui ont déjà des connaissances sur les changements climatiques. La base de données du site contient des références à des centaines de documents à propos de l'évolution du climat au Canada.

http://www.nccp.ca. Le site du Processus national sur les changements climatiques du Canada contient des renseignements sur les activités fédérales, provinciales et territoriales, en rapport avec les politiques concernant les changements climatiques, ainsi que des liens avec les sites des gouvernements provinciaux et territoriaux, les organisations non gouvernementales et les organismes internationaux. Cliquez sur le lien des Passerelles des Carrefours des changements climatiques afin de visiter le carrefour national des activités d'éducation et de sensibilisation à l'égard des changements climatiques, où vous trouverez une foule de ressources destinées tant au grand public qu'aux éducateurs.

Sites des gouvernements provinciaux et territoriaux

Afin d'en apprendre davantage sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques adoptées par les territoires et les provinces, rendez-vous dans les sites provinciaux et territoriaux suivants, et cliquez sur les liens concernant les changements climatiques.

http://www3.gov.ab.ca/env. Alberta Environment (en anglais)

http://www.gov.bc.ca/wlap. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection (en anglais)

http://www.gov.mb.ca/est. Énergie, Science, et Technologie Manitoba

http://www.gnb.ca/0085. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick

http://www.gov.nf.ca/env. Newfoundland and Labrador, Environment (en anglais)

http://www.gov.nf.ca/mines&en. Newfoundland and Labrador, Mines and Energy (en anglais)

http://www.gov.nt.ca/RWED/eps. Northwest Territories Resources, Wildlife, and Economic Development, Environmental Protection Service (en anglais)

http://www.gov.nu.ca. Gouvernement du Nunavut

http://www.ene.gov.on.ca. Ministère de l'Environnement de l'Ontario

http://www.gov.pe.ca/infopei/Environment_and_Land. Prince Edward Island, InfoPEI (en anglais)

http://www.menv.gouv.qc.ca. Ministère de l'Environnement du Québec.

http://www.mrn.gouv.qc.ca. Ministère des Ressources naturelles du Québec.

http://www.se.gov.sk.ca. Saskatchewan Environment (en anglais)

http://www.gov.ns.ca/energy. Nova Scotia Department of Energy (en anglais)

http://www.environmentyukon.gov.yk.ca/epa. Yukon Department of Environment, Environmental Protection and Assessment (en anglais)

La nature

http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters. Les affiches de Ressources naturelles Canada illustrent certains effets des changements climatiques pour toutes les régions du pays et expliquent l'influence de ceux-ci sur le niveau des océans, la glace de mer, les glaciers, les ressources en eau, et sur d'autres aspects du milieu biophysique et de l'activité humaine.

http://www.crysys.uwaterloo.ca/education/crysys_education.cfm. Visitez ce site pour obtenir de l'information sur les travaux de recherche qu'on effectue au Canada sur la glace de mer, les glaciers, les champs de glace, les glaces des rivières et des lacs et la neige.

http://ice-glaces.ec.gc.ca. Le site Web du Service canadien des glaces donne des renseignements sur l'état des glaces le long des côtes canadiennes et sur les Grands Lacs.

http://pbsg.npolar.no. La page d'accueil du Polar Bear Specialist Group présente des renseignements à jour sur l'état des populations actuelle d'ours polaires dans le monde, de l'information sur les enjeux de conservation, une Foire aux questions sur l'ours polaire et des liens vers d'autres sites sur l'ours polaire (en anglais).

http://www.taiga.net/coop/indics. Ce site, hébergé par la Arctic Borderlands Ecological Knowledge Cooperative, contient une liste exhaustive d'indicateurs illustrant les changements que connaissent le milieu physique et la vie sauvage au Yukon (en anglais).

http://www.thousandeyes.ca. Visitez la page d'accueil du Projet Mille Regards de la Nouvelle-Écosse pour en connaître l'historique et obtenir ses résultats les plus récents.

http://www.naturewatch.ca. Attention Nature donne aux scientifiques amateurs une occasion de participer à l'observation scientifique des changements en milieux naturels. L'organisme offre plusieurs programmes, dont Veille au gel, Opération floraison, Attention grenouilles et Veille aux vers. D'autres programmes sont présentement en cours d'élaboration.

Les gens

http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10. Visitez ce site pour connaître les événements météorologiques les plus marquants de l'année, de la décennie, et même du XX^{e} siècle, selon le réputé climatologue David Phillips.

http://www.taiga.net/nce. Le site Northern Climate Exchange est un bon endroit pour commencer une recherche d'information sur l'évolution du climat dans le Grand Nord et sur ses répercussions sur la vie nordique (en anglais).

http://www.agr.gc.ca/pfra/drought. L'Administration du rétablissement agricole des Prairies présente des mises à jour régulières à propos des risques de sécheresse dans l'Ouest du Canada, ainsi que de l'information sur les moyens d'adaptation aux épisodes de sécheresse.

http://www.on.ec.gc.ca/water/level-news. Les renseignements les plus récents sur le niveau des eaux des Grands Lacs se trouvent dans ce site. Pour obtenir davantage d'information à propos du niveau des eaux des Grands Lacs, visitez le site du Service hydrographique du Canada, **http://chswww.bur.dfo.ca/danp/tidal_f.html** et celui, en anglais seulement, du Great Lakes Information Network, **http://www.great-lakes.net**.

http://www.msc-smc.ec.gc.ca/saib/climate/climat_f.cfm. Suivez les liens concernant les changements climatiques dans le site du Service météorologique du Canada, Direction de l'évaluation et de l'intégration scientifiques. Téléchargez les fiches techniques sur les conditions météorologiques violentes, ainsi que les rapports et les mises à jour sur les conditions météorologiques et la science du climat.

Réagir aux changements climatiques

http://www.climatechangesolutions.com. Ce site, mis sur pied par l'Institut Pembina en collaboration avec Environnement Canada, Ressources naturelles Canada et le Fonds d'action pour le changement climatique, présente une vaste gamme d'outils et de ressources visant à aider les familles, les municipalités, les établissements d'enseignement, les fermes, les industries et les entreprises à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

http://energysolutionsalta.com. Ce site albertain présente des suggestions pour économiser l'énergie et des histoires de cas que les Canadiens trouveront utiles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre à la maison, au travail, dans la collectivité et sur la route (en anglais).

www.climcalc.net. Utilisez le Calculateur des changements climatiques pour évaluer votre contribution personnelle aux changements climatiques et déterminer les meilleurs moyens de la réduire.

http://oee.nrcan.gc.ca. Consultez ce site afin de comparer l'efficacité énergétique des appareils ménagers, des voitures, et des autres produits de consommation. Vous y trouverez aussi des statistiques officielles et diverses publications sur la consommation d'énergie au Canada.

RÉFÉRENCES

L'ÉVOLUTION DU CLIMAT AU CANADA

Bonsal, B.R., X. Zhang, L.A. Vincent et W.D. Hogg, 2001. « Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. » *Journal of Climate* 14 : 1959–1976.

British Columbia, Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002. *Climate Change in British Columbia: Present and Future Trends*. Victoria, Ministry of Water, Land and Air Protection.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*, Cambridge, Cambridge University Press.

Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg et A. Niitsoo, 2000. « Temperature and precipitation trends in Canada during the twentieth century. » *Atmosphere-Ocean* 38 (3) : 395–429.

L'ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*, Cambridge, Cambridge University Press.

McCulloch, M.M., D.L. Forbes, R.W. Shaw et l'équipe scientifique du FACC AO41, 2002. *Coastal Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Prince Edward Island. Climate Change Action Fund Project CCAF AO41* (D.L. Forbes et R.W. Shaw, réd.). Commission géologique du Canada, Document accessible au public 4261. Ottawa, Ressources naturelles Canada.

Parkes, G.S., D.L. Forbes et L.A. Ketch, 2002. « Sea-Level Rise. » Dans : *Coastal Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Prince Edward Island. Climate Change Action Fund Project CCAF AO41* (D.L. Forbes et R.W. Shaw, réd.). Commission géologique du Canada, Document accessible au public 4261. Ottawa, Ressources naturelles Canada.

Parkes, G.S. et L.A. Ketch, 2002. « Storm-Surge Climatology. » Dans : *Coastal Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Prince Edward Island. Climate Change Action Fund Project CCAF AO41* (D.L. Forbes et R.W. Shaw, réd.). Commission géologique du Canada, Document accessible au public 4261. Ottawa, Ressources naturelles Canada.

Philips, D., 2001. *Les dix principaux événements météorologiques canadiens de 2000* [en ligne]. [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/2000_f.html] (consulté en février 2003).

Shaw, J., et al., 1998. *Sensitivity of the coasts of Canada to Sea-Level Rise*. Commission géologique du Canada, Bulletin 505. Ottawa, Ressources naturelles Canada.

LA GLACE DE MER

Centre for Earth Observation Science, 2002. Sea Ice Variability and Climate Change: Two Ways of Knowing. Atelier, Université du Manitoba, du 6 au 8 mars 2002, Winnipeg, Manitoba.

Falkingham, J.C., R. Chagnon et S. McCourt. *Sea Ice in the Canadian Arctic in the 21st Century*. Travail présenté lors de la 16th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, POAC '01, du 12 au 17 août 2001, Ottawa, Ontario, Canada.

Holloway, G. et T. Sou, 2002. Has Arctic sea ice rapidly thinned? *Journal of Climate*, 15 : 1691–1701.

Rothrock, D.A., Y. Yu et G.A. Maykut, 1999. « Thinning of the Arctic sea-ice cover. » *Geophysical Research Letters* 26 : 3469–3472.

LES GLACES DES LACS ET DES RIVIÈRES

Arctic Borderlands Ecological Knowledge Co-op, 2002. Yukon River Breakup Dates at Dawson City [en ligne]. [http://www.taiga.net/coop/ indics/dawbkup.html] (consulté en février 2003).

Environment Canada, 2000. « Colonne 176 : The Dawson Ice Lottery. » *Your Yukon*, [en ligne]. [http://www.taiga.net/yourYukon/col176.html] (consulté en février 2003).

Environnement Canada, 1995. *L'état du climat au Canada : la surveillance de la variabilité et du changement climatiques*. Rapport EDE 95–1. Ottawa, Environnement Canada.

Magnusson, J. et al., 2000. « Historical trends in lake and river ice cover in the Northern Hemisphere. » *Science* 289 : 1743–1746.

Transport et Services gouvernementaux Manitoba, 2001. *Winter Roads in Manitoba: Effects of a Changing Climate*. Winnipeg, Gouvernement du Manitoba.

Zhang, X., K.D. Harvey, W.D. Hogg et T.R. Yuzyk, 2001. « Trends in Canadian streamflow. » *Water Resources Research* 37 : 987–998.

LES GLACIERS

Adams, P., G. Cogley et M. Ecclestone, 2002. « Nunavut glaciers respond to global warming. » *Above and Beyond*, mai/juin, 2002.

Berger, A.R., 2000. *Glacier Retreat: A Supporting Indicator for BC SOE Bulletin on Global Change*. Victoria, Ministry of Water, Land and Air Protection.

Blais, J. et al., 2001. « Fluxes of semi-volatile organochlorine compounds in Bow Lake, a high altitude, glacier-fed, sub-alpine lake in the Canadian Rocky Mountains. » *Limnology and Oceanography* 46 : 2019–2031.

Canadian Geographic, 1998. Glaciers of Canada. *Canadian Geographic*, novembre/décembre, 1998 : 51.

Environnement Canada, 2000. Les glaciers et le changement climatique. *Bulletin science et environnement*, décembre/janvier, 2000.

Koerner, R. ..., 2001. *Glacier mass balance in the Canadian Arctic: Spatial and temporal context*. Travail non publié. Commission géologique du Canada, Ottawa, Ressources naturelles Canada.

Ressources naturelles Canada, 2002. Faits sur le Canada : Glaciers. *L'Atlas du Canada*. http://atlas.gc.ca

LES OURS POLAIRES

Auld, H. et D.C. MacIver, sans date. *Environmental prediction: early detection of atmosphere–land use changes in Ontario, Canada*. Downsview, Ontario, Environnement Canada.

British Columbia, Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002. *Climate Change in British Columbia: Present and Future Trends*. Victoria, Ministry of Water, Land and Air Protection.

Harwood, L.A., T.G. Smith et H. Melling, 2000. « Variation in reproduction and body condition of the ringed seal, (Phoca hispida), in western Prince Albert Sound, NT, Canada, as assessed through a harvest-based sampling program. » *Arctic* 53 : 422–431.

IUCN, Polar Bear Specialist Group, 2002. Status of polar bear populations [en ligne]. [http://pbsg.npolar.no/new-status.htm] (consulté en février 2003).

Réale, D., A.G. McAdam, S. Boutin et D. Berteaux, 2003. « Genetic and plastic responses of a northern mammal to climate change. » *Proceedings: Biological Sciences (The Royal Society)* 270 (1515) : 591–596.

Smith, T.G. et L.A. Harwood, 2001. « Observations of neonate ringed seals, *Phoca hispida*, after early breakup of the sea ice in Prince Albert Sound, Northwest Territories, Canada, spring 1998. » *Polar Biology* 24 : 215–219.

Stirling, I., N.J. Lunn et J. Iacozza,1999. « Long-term trends in the population ecology of polar bears in western Hudson Bay in relation to climatic change. » *Arctic* 52 : 294–306.

Taylor, M., H. Auld et D.C. MacIver, sans date. Climate Change, *Waterbirds, and Adaptive Management on the Great Lakes*, Canada. Downsview, Ontario, Environnement Canada.

Walther, G-R., et al., 2002. « Ecological responses to recent climate change. » *Nature* 416 (6879) : 389–395.

Westwood, R. and D. Blair, 2003. « An analysis of the temporal and spatial distribution shifts in forest butterfly species in Manitoba forests in response to regional climate variation. » Winnipeg, Department of Biology and Department of Geography, University of Winnipeg.

LA CROISSANCE DES PLANTES

Beaubien, E.G. et H.J. Freeland, 2000. « Spring phenology trends in

Alberta, Canada: links to ocean temperature. » *International Journal of Biometeorology* 44 : 53–59.

ERIN Consulting Ltd., 2001. « Plant phenology: timing of development. » Dans : *Climate Change Indicator Project for Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME)*. Regina, ERIN Consulting Ltd.

Schwartz, M.D. et B.E. Reiter, 2000. « Changes in North American spring. » *International Journal of Climatology* 20 : 929–932.

Peñuelas, J. et I Filella, 2001. « Responses to a warming world. » *Science* 294 : 793–795.

Projet Mille regards, sans date. Le projet Mille regards, qu'est-ce que c'est? [en ligne]. [http://www.thousandeyes.ca] (consulté en février 2003).

Zhou, L., et al., 2001. « Variations in northern vegetation activity inferred from satellite data of vegetation index during 1981 to 1999. » *Journal of Geophysical Research* 106 (D17) : 20,069–20,083.

LES MODES DE VIE TRADITIONNELS

Ashford, G. et J. Castleden, 2001. *Inuit Observations On Climate Change: Final Report*. Winnipeg, International Institute for Sustainable Development.

Elder's Conference on Climate Change, 2001. Procès-verbal. Cambridge Bay, Nunavut, du 29 au 31 mars 2001.

Government of Nunavut, 2002. *Inuit knowledge of climate change: a sample of Inuit experiences of climate change in Baker Lake and Arviat, Nunavut*. Iqaluit, Department of Sustainable Development.

International Institute for Sustainable Development, 2000. *Sila Alongotok: Inuit Observations on Climate change*. Winnipeg, IISD.

Krupnik, I. et D. Jolly, réd., 2002. *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change*. Fairbanks, Alaska, Arctic Research Consortium of the United States.

Kofinas, Gary, avec les communautés Aklavik, Arctic Village, Old Crow et Fort McPherson, 2002. Community contributions to ecological monitoring: knowledge coproduction in the U.S.–Canada Arctic borderlands. Pages 54 à 91 dans Krupnik et Jolly, 2002.

McDonald, M., L. Arragutainaq et Z. Novalinga, 1997. *Voices from the Bay*. Ottawa, Canadian Arctic Resources Committee.

Riedlinger, D., 2001. « Responding to climate change in northern communities: impacts and adaptations. » *Arctic* 54 (1) : 96–98.

Thorpe, N., S. Eyegetok, N. Hakongak et the Kitikmeot Elders, 2002. Nowadays it is not the same: Inuit Qaujimajatuqangit, climate and caribou in the Kitikmeot region of Nunavut, Canada. Pages 198 à 239 dans Krupnik et Jolly, 2002.

LES SÉCHERESSES

ERIN Consulting Ltd., 2001. « Drought and natural ecosystems. » Dans : *Climate Change Indicator Project for Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME). Regina, ERIN Consulting Ltd.

Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg et A. Niitsoo, 2000. « Temperature and precipitation trends in Canada during the twentieth century. » *Atmosphere-Ocean* 38 (3) : 395–429.

Phillips, D., 1990. *Les climats du Canada*. Ottawa, Approvisionnements et Services Canada.

Phillips, D., 2002. *Les dix principaux évènements météorologiques canadiens de 2001* [en ligne]. [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/2001_f.html] (consulté en février 2003).

LE NIVEAU DES EAUX DES GRANDS LACS ET DU SAINT-LAURENT

Environnement Canada, 1991. Le bassin Grands Lacs: d'éviter le pire. Pages 18 : 1–18 : 31 dans *L'état de l'environnement au Canada*. Ottawa, Gouvernement de Canada.

Environnement Canada, 1996. Le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Pages 6 : 1–6 : 89 dans *L'état de l'environnement au Canada — 1996*. Ottawa, Gouvernement de Canada.

Mortsch, L., et al., 2000. « Climate change impacts on the hydrology of the Great Lakes-St. Lawrence System. » *Canadian Water Resources Journal* 25 : 153–179.

Phillips, D., 2000. *Les dix principaux évènements météorologiques canadiens de 1999* [en ligne]. [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/1999_f.html] (consulté en février 2003).

Phillips, D., 2001. *Les dix principaux évènements météorologiques canadiens de 2000* [en ligne]. [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/2000_f.html] (consulté en février 2003).

Phillips, D., 2002. *Les dix principaux évènements météorologiques canadiens de 2001* [en ligne]. [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/2001_f.html] (consulté en février 2003).

LA LONGUEUR DES SAISONS AVEC ET SANS GEL

Klaassen, J., 2001. *Analysis of Thaw-Freeze Cycles at Canadian Locations in the 20th Century*. Downsview, Environnement Canada.

Klaassen, J., 2001. *Analyses of Spring/Autumn Freeze Dates and Frost-free Period at Selected Ontario Locations in the 20th Century*. Downsview, Environnement Canada.

Vincent, L. et E. Mekis, 2001. Indicators of climate change in Canada. Travail présenté lors de la conférence First International Conference on Global Warming and the Next Ice Age. Halifax, août 2001.

LES BESOINS DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION

Phillips, D., 1990. *Les climats du Canada*. Ottawa, Approvisionnements et Services Canada.

Vincent, L. et E. Mekis, 2001. Indicators of climate change in Canada. Travail présenté lors de la conference First International Conference on Global Warming and the Next Ice Age. Halifax, août 2001.

LES ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES

Bonsal, B.R., X. Zhang, L.A. Vincent et W.D. Hogg, 2001. « Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. » *Journal of Climate* 14 : 1959–1976.

Etkin, D., 1997. Changement climatique et phénomènes extrêmes au Canada. Chapitre 2 dans *Questions intersectorielles, Tome 8 de l'Étude pan-canadienne : Impacts et adaptation au climat*. Ottawa, Environnement Canada.

Folland, C.K. et T.R. Karl, 2001. Changements observés du système climatique. Chapitre 2 dans GIEC, 2001. Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*, Cambridge, Cambridge University Press.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*, Cambridge, Cambridge University Press.

Lawson, B.D., 2003. « Trends in blizzards at selected locations on the Canadian prairies. » *Natural Hazards*, 29 (2) : 123-138.

Mekis, E. et W.D. Hogg, 1999. « Rehabilitation and analysis of Canadian daily precipitation time series. » *Atmosphere–Ocean* 37 : 53–85.

Le Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile (BPIEPC), 2000. *La Base de données canadienne sur les désastres du BPIEPC version 3.0*. Ottawa, BPIEPC.

Province de Québec, 1999. *Pour affronter l'imprévisible : Leçons à tirer de la tempête de verglas 1998*. Rapport de la Commission scientifique et technique chargée d'analyser les événements relatifs à la tempête de verglas survenue du 5 au 9 janvier 1998 [Rapport Nicolet sur la tempête de verglas de janvier 1998] Québec, Québec.

Statistique Canada, 1998. *La tempête de verglas de 1998 de la vallée du vallée du Saint-Laurent : cartes et faits*. Ottawa, Statistique Canada.

Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg et A. Niitsoo, 2000. « Temperature and precipitation trends in Canada during the twentieth century. » *Atmosphere-Ocean* 38 (3) : 395–429.

REMERCIEMENTS

Le CCME tient à remercier les membres, anciens et actuels, du Groupe de travail sur les indicateurs de changements climatiques pour avoir participé à l'élaboration du présent document et en avoir fait le suivi jusqu'à sa publication.

Earle Baddaloo, Ministère du Développement durable du Nunavut

Heather Blumenthal, Environnement Canada

Rob Cross, Environnement Canada

Everett Dorma, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

Jenny Fraser, British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection

Tammy Gibson, Ministère de la Conservation du Manitoba

Mike Gill, Environnement Canada

Joanne Havelock, Bureau de la condition féminine de la Saskatchewan

Kern Henry, Environnement Canada

Marlon Killaby, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

Jordan Klimitz, Environnement Canada

Grace Koshida, Environnement Canada

Ash Kumar, Environnement Canada

Rolande Laveau, Ministère de l'Environnement du Québec

Alison MacGregor, Ministère de l'Environnement de l'Ontario

Linda Mortsch, Environnement Canada[1]

Krista Nakrieko, Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (auparavant représentante du Ministère de la Conservation du Manitoba)

Dennis O'Farrell, Environnement Canada

Aynslie Ogden, Le Northern Climate Exchange

Monique Plamondon, Ministère de l'Environnement du Québec

Elizabeth Sherlock, Ministère du Développement durable du Nunavut

Risa Smith, Environnement Canada (auparavant représentante du British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection)

Jim Sparling, Ministère des Ressources, de la Faune, et du Développement économique des Territoires du Nord-Ouest

Roger Street, Environnement Canada[2]

Jeff Turner, Ministère de l'Énergie, de la Science et de la Technologie du Manitoba

Paul Vanderlaan, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick

Raymond Wong, Ministère de l'Environnement de l'Alberta

Ron Zukowsky, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan[3]

[1] Coprésident fédéral [2] Ancien coprésident fédéral
[3] Coprésident provincial et territorial

Le Groupe de travail sur les indicateurs de changements climatiques aimerait exprimer sa gratitude aux personnes qui ont collaboré aux travaux de base : préparation d'analyses, de données et de documents graphiques, et qui ont aimablement fourni leurs conseils en rapport avec le projet.

John Falkingham, Environnement Canada; Don Forbes, Ressources naturelles Canada; Martyn Futter, Université Laurentienne; Ross Herrington, Environnement Canada; Ron Hopkinson, Environnement Canada; Elizabeth Kilvert, Environnement Canada; Joan Klaassen, Environnement Canada; Nick Lunn, Environnement Canada; Abdel Maarouf, Environnement Canada; Eva Mekis, Environnement Canada; Ralph Moulton, Environnement Canada; George Parkes, Environnement Canada; Bernard Pelchat, Pêches et Océans Canada; Brian Petrie, Pêches et Océans Canada; Daniel Scott, Environnement Canada; Avrael Spigelman; Bill Taylor, Environnement Canada; Lucie Vincent, Environnement Canada; Robert Whitewood, Environnement Canada; Xuebin Zhang, Environnement Canada.

Le Groupe de travail tient à exprimer sa reconnaissance aux experts qui ont révisé les diverses parties du manuscrit.

Randy Angle, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Robin Armour, Gouvernement du Yukon; Diane Beattie, British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection; Ramona Billy-Bird, Ministère de la Conservation du Manitoba; Danny Blair, Université de Winnipeg; Laura Blair, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Andrew Bootsma, Agriculture et Agroalimentaire Canada; Isabelle Brochu, Ministère de l'Environnement du Québec; Chris Burn, Université de Carleton; Bill Calder, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Shane Chetner, Alberta Agriculture, Food and Rural Development; Quentin Chiotti, Pollution Probe; Ed Dean, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan; Henry Desjarlais, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan; Bob van Dijken, Le Northern Climate Exchange; Marie-Christine Dubé, Ministère de l'Environnement du Québec; Larry Dyke, Ressources naturelles Canada; Peter Dzikowski, Alberta Agriculture, Food and Rural Development; Joan Eamer, Environnement Canada; John Falkingham, Environnement Canada; Sal Figliuzzi, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Sarah Gammel, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan; Ann Gerry, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan; Wayne Gosselin, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Revitalisation rurale de la Saskatchewan; Ross Herrington, Environnement Canada; Dale Hjertaas, Régie des bassins hydrographiques de la Saskatchewan; Doug Jackson, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation du Manitoba; Richard Janowicz, Affaires indiennes et du Nord canadien; Jesse Jasper, Environnement Canada; Lois Harwood, Pêches et Océans Canada ; Allan Howard, Alberta Agriculture, Food and Rural Development; Pamela Kertland, Ressources naturelles Canada; Joan Klaassen, Environnement Canada; Gary Kofinas, Université d'Alaska; Brent Lakeman, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Janice Larson, British Columbia Ministry of Energy and Mines; Kelly Leavesley, Ministère de la Conservation du Manitoba; Gary Lines, Environnement Canada; Gavin Manson, Ressources naturelles Canada; Abdel Maarouf, Environnement Canada; Sean McGinn, Agriculture et Agroalimentaire Canada; Humfrey Melling, Pêches et Océans Canada; Brian Mills, Environnement Canada; Jennifer Milton, Environnement Canada; Ralph Moulton, Environnement Canada; Ted O'Brien, Administration du rétablissement agricole des Prairies; Ken Panchuk, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Revitalisation rurale de la Saskatchewan; Gloria Parisien, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Revitalisation rurale de la Saskatchewan; James Popplow, Ministère de la Santé du Manitoba; Huguette Proulx, Ministère de l'Environnement du Québec; Rick Raddatz, Environnement Canada; Daniel Rainham, Université de Dalhousie; Ed van Randen, Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Yukon; Dieter Riedel, Santé Canada; Ignatius Rigor, Université de Washington; Catherine Roberge, Ministère de l'Environnement du Québec; Don Russell, Environnement Canada; Joost van der Sanden, Ressources naturelles Canada; Dave Sauchyn, Prairie Adaptation Research Collaborative; Barb Scaife, Ministère de la Conservation du Manitoba; Sharon Smith, Ressources naturelles Canada; Norm Snow, Secrétariat mixte des Inuvialuit; Steve Solomon, Ressources naturelles Canada; John Spacek, Ministère des Transports et des Services gouvernementaux du Manitoba; Chris Spence, Environnement Canada; Raymond Stemp, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Ian Stirling, Environnement Canada; Bill Taylor, Environnement Canada; Lucie Vincent, Environnement Canada; Brian Waddell, Ministère de l'Environnement de l'Alberta; Alfred Warkentin, Ministère de la Conservation du Manitoba; Steve Washen, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation du Manitoba; William Watkins, Ministère de la Conservation du Manitoba; Elaine Wheaton, Le Conseil de la recherche de la Saskatchewan; Paul Whitfield, Environnement Canada; Doug Wilcox, La Société d'assurance-récolte du Manitoba; Rick Williams, British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection; Stephen Wolfe, Ressources naturelles Canada; Bob Wynes, Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan; Bryan Yusishen, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation du Manitoba; Terry Zdan, Ministère des Transports et Services gouvernementaux du Manitoba; Xuebin Zhang, Environnement Canada; Francis Zwiers, Environnement Canada.

Enfin, le Groupe de travail remercie la société Lura Consulting dont le travail diligent a facilité l'organisation d'un atelier sur le projet; le Fonds d'action pour le changement climatique du gouvernement du Canada – Éducation et sensibilisation du public pour avoir apporté son appui financier; la société ERIN Consulting, pour avoir préparé un rapport technique sur les indicateurs potentiels; Brad Owen et Natalie Oliver, du ministère de l'Environnement de la Saskatchewan pour leur soutien pour les questions d'ordre administratif et technique; et Janet Meldrum pour son aide dans la recherche de documents photographiques.

Rédaction et direction artistique : David Francis, Lanark House Communications

Conception : BTT Communications, Toronto

CREDITS PHOTOGRAPHIQUES

Agriculture et Agroalimentaire Canada–ARAP, p. 30

Archives de la Saskatchewan, p. 46

Archives du gouvernement du Yukon, p. 18

Brian Atkinson/ Images du Nouveau-Brunswick, p. i (à droite)

Elisabeth Beaubien, p. 23 (à droite)

John Bird, p. 22

Jeff Cameron, p. 32

John Deary, p. 21

Environnement Canada, couverture (vignettes : premier rangée, quatrième rangée au centre à droite et quatrième rangée en haut), p. 4 (en bas au centre), p. 19 (en bas à droite), p. 25 (en bas à droite et en bas à gauche), p. 29 (en haut à gauche), p. 37 (en haut à gauche et en haut à droite)

Gouvernement du Canada, couverture (vignettes : premier rangée à droite et quatrième rangée à gauche, p. 1, p. 4 (en haut à droite), p. 11 (en bas à gauche), p. 13 (en haut à gauche), p. 21 (en haut à gauche), p. 23 (en haut à gauche), p. 33 (en haut à gauche)

Steve Irwin, couverture (image principale), p. 20

Christopher John, avec l'aimable autorisation du Ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2003, et de Ressources naturelles Canada, p. 27 (en haut à gauche)

Christopher Majkan/Le Projet « Mille regards », p. 24

Jocylyn McDowell, couverture (vignettes : troisième rangée à droite), p. 11 (en haut à droite), p. 17 (en haut à gauche), p. 25 (en bas au centre)

Isabelle McMartin, avec l'aimable autorisation du Ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2003, et de Ressources naturelles Canada, p. 3 et 4 (en bas au centre), p. 11 (en haut à gauche), p. 19 (en haut à gauche)

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Revitalisation rurale de la Saskatchewan, p. 2, p. 29 (en bas à droite)

Ministère de l'Agriculture et des Aliments de l'Ontario, p. 33 (en bas à droite)

Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan, p. 25 (en haut à droite)

Ministère des Transports du Québec, p. 38

Linda Mortsch, couverture (vignettes : troisième rangée au centre), p. 3 (en haut à gauche), p. 17 (en haut à droite), p. 31 (en haut à droite), p. 35 (en haut à gauche)

Ressources naturelles Canada, avec l'aimable autorisation du Ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2003, couverture (vignettes : quatrième rangée au centre à gauche)

Ryan Schwartz, p. 25 (en haut au centre), p. 31 (en haut a gauche)

Service canadien de la faune, Whitehorse, Yukon, p. 11, (en bas à droite), p. 27 (en bas à droite), p. 40 (en haut)

Service géologique du Canada, avec l'aimable autorisation du ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2003, et de Ressources naturelles Canada, 2003, p. 15 (en haut a gauche, en bas à droite)

Gérard Sirois, Images du Nouveau-Brunswick, p. 25 (en haut à gauche)

D. W., Images du Nouveau-Brunswick, p. 4 (en bas à droite)

www.gov.pe.ca, p. 13 (en bas à droite)

Ron Zukowsky, p. 40 (en bas)